

Université de Nancy
Année 1927-1928

Faculté de Pharmacie
2^e Série N° 7

L'EAU DE SOURCE A NANCY

(SOURCES COMMUNALES ET PARTICULIÈRES)

ÉTUDE HISTORIQUE, CHIMIQUE ET BACTÉRIOLOGIQUE

THÈSE

*présentée et soutenue publiquement le 12 Novembre 1927
à la Faculté de Pharmacie de Nancy*

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ
(MENTION PHARMACIE)

PAR

RENÉ PIERRON

PHARMACIEN
ANCIEN INTERNE DES HOPITAUX
LAURÉAT DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY
MÉDAILLES D'ARGENT 1924 ET 1925
MÉDAILLE D'OR 1926
PRIX DE TOXICOLOGIE ET DE MICROBIOLOGIE

Né à Nancy le 19 Février 1903

Examineurs de la Thèse { MM. GRÉLOT, *Président*
LASSEUR
VERNIER } *Juges*

JARVILLE-NANCY
LES ARTS GRAPHIQUES MODERNES

1927

L'EAU DE SOURCE A NANCY

(SOURCES COMMUNALES ET PARTICULIÈRES)

ÉTUDE HISTORIQUE, CHIMIQUE ET BACTÉRIOLOGIQUE

THÈSE

*présentée et soutenue publiquement le 12 Novembre 1927
à la Faculté de Pharmacie de Nancy*

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ
(MENTION PHARMACIE)

PAR

RENÉ PIERRON

PHARMACIEN
ANCIEN INTERNE DES HOPITAUX
LAURÉAT DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY
MÉDAILLES D'ARGENT 1924 ET 1925
MÉDAILLE D'OR 1926
PRIX DE TOXICOLOGIE ET DE MICROBIOLOGIE

Né à Nancy le 19 Février 1903

Examineurs de la Thèse	{	MM. GRÉLOT, <i>Président</i>	{	<i>Juges</i>
		LASSEUR		
		VERNIER		

JARVILLE-NANCY
LES ARTS GRAPHIQUES MODERNES

1927

PERSONNEL ENSEIGNANT

DOYEN : M. BRUNTZ *, †, I O, O †, †.
 ASSESSEUR : M. PASTUREAU, *, I O.

PROFESSEURS :

MM. FAVREL, *, I O..... Chimie organique.
 GRÉLOT, *, I O, †..... Pharmacie galénique.
 BRUNTZ, *, †, I O, O †, †..... Matière médicale.
 DOURIS, I O, †, †..... Toxicologie.
 PASTUREAU, *, I O..... Pharmacie chimique.
 SEYOT, *, †, I O, †..... Histoire naturelle.
 LASSEUR, I O, †..... Microbiologie.

AGRÉGÉ LIBRE :

M GIRARDET, I O..... Chimie et Toxicologie.

CHARGÉS DE COURS :

MM. FAVREL, *, I O..... Chimie minérale et minéralogie.
 GRÉLOT, *, I O, †..... Hydrologie.
 BRUNTZ, *, †, I O, O †, †..... Zoologie.
 DOURIS, I O, †, †..... Chimie biologique.
 PILLOT, I O..... Physique.
 VERNIER, I O..... Hygiène.
 RENARD, I O..... Législation et Déontologie.
 GILLOT, I O, †..... Pharmacotechnie.
 CORDEBARD, I O, †..... Analyse chimique.



CHEFS DE TRAVAUX :

MM. VERNIER, I O..... Microbiologie et Parasitologie.
 GILLOT, I O, †..... Pharmacie.
 CORDEBARD, I O, †..... Toxicologie, Chimie, Analyse chimique
 Chimie Biologique.
 STEIMETZ..... Micrographie.
 PILLOT, I O, chargé de travaux Physique.

SECRÉTARIAT :

M. BERTRAND, I O..... Secrétaire.

La Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'en-ent ni les approuver ni les improuver.

A LA MÉMOIRE VÉNÉRÉE DE MON GRAND-PÈRE

A MON PÈRE ET A MA MÈRE

Faible témoignage d'affection et de reconnaissance

MEIS ET AMICIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR P. GRÉLOT

PROFESSEUR DE PHARMACIE GALÉNIQUE

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

A MONSIEUR LE PROFESSEUR PH. LASSEUR

PROFESSEUR DE MICROBIOLOGIE

A MONSIEUR LE DOCTEUR P. VERNIER

CHARGÉ DE COURS D'HYGIÈNE

A TOUS MES MAÎTRES DE LA FACULTÉ

AVANT-PROPOS

Au moment de quitter la Faculté, la thèse de Doctorat, qui tend de plus en plus à devenir la consécration définitive des études pharmaceutiques, nous fournit l'heureuse et agréable occasion d'adresser à tous nos Maîtres l'hommage de notre bien vive reconnaissance.

Parmi ceux-ci, nous sommes particulièrement redevable à M. le Professeur Grélot. Pendant deux années, il voulut bien nous accueillir dans son laboratoire, nous prodiguant ses plus judicieux conseils et nous donnant, à maintes reprises, l'occasion de compléter notre éducation technique. C'est sur ses indications que nous avons entrepris la présente étude, dont il surveilla pas à pas la réalisation. Au dévouement et à la profonde gratitude dus au Maître, s'ajoute de notre part, envers lui, un très déferent attachement dont nous sommes heureux de lui renouveler ici l'expression.

Une partie importante de notre travail a été entreprise au laboratoire de Microbiologie. Nous y fûmes accueilli avec beaucoup de bienveillance par M. le Professeur Lasseur, qui accepta de guider nos recherches. Il nous fit toujours bénéficier de sa grande expérience, de son esprit critique, et son aide nous fut précieuse au cours de la rédaction de notre travail. Aussi éprouvons-nous un réel plaisir à lui exprimer aujourd'hui notre profonde reconnaissance et à l'assurer de notre respectueux dévouement.

Notre gratitude est également acquise à M. le Dr Vernier, chargé de cours d'Hygiène. Après tant de marques de sympathie qu'il n'a cessé de nous témoigner, il a bien voulu accepter de faire partie de notre jury.

Nous prions M. le Doyen Bruntz d'agréer nos très respectueux hommages, pour la bienveillance qu'il nous a manifestée au cours de nos études.

Nous n'oublierons pas combien nous devons à M. C. Pagel, Docteur en pharmacie. C'est sous sa direction éclairée que, jeune stagiaire, nous fîmes nos débuts dans la profession. Bien souvent depuis, il nous a fait profiter de son savoir et de sa longue pratique ; nous lui en demeurerons toujours très reconnaissant.

Nous garderons de même le meilleur souvenir de l'année d'Internat, si fertile en enseignements, passée à l'Hôpital Civil dans le service de M. le Professeur Etienne.

M. le Professeur Macé et M. le D Imbeaux nous ont donné de précieux encouragements ; leur parfaite connaissance des questions que nous traitions nous a été d'un grand secours. M. Joly, Professeur à la Faculté des Sciences voulut bien relire les pages que nous avons consacrées à l'étude hydro-géologique préliminaire. Nous les remercions bien sincèrement de l'intérêt qu'ils nous ont témoigné.

Notre étude historique a surtout bénéficié des documents conservés aux archives de la ville. Si nous avons pu espérer mener à bien ce travail, c'est grâce à l'infatigable complaisance de M. P. Denis, Archiviste municipal, qui s'est intéressé avec la plus aimable patience à parfaire notre documentation. Qu'il veuille bien agréer l'expression de notre respectueuse gratitude.

M. Dentz, Directeur du service de la Voirie, et M. G. Dentz, Conducteur du service des Eaux, ont facilité grandement notre tâche. Nous n'oublierons pas la parfaite bonne grâce avec laquelle ils nous ont communiqué les renseignements qui nous étaient nécessaires. En nous accordant l'appui d'un personnel serviable et dévoué il nous ont facilité nos prélèvements d'eau. Nous les prions de croire à notre entière reconnaissance.

Que notre cher camarade et ami M. Mathieu, pharmacien, reçoive notre merci le plus cordial pour l'aide obligeante qu'il n'a cessé de nous apporter en toutes circonstances et durant

les longues et agréables heures que nous avons passées ensemble au Laboratoire.

Nos excellents camarades R. Fribourg et M. Raux nous ont prêté le concours de leurs connaissances dans le domaine de la physicochimie lors de délicates expériences; notre camarade J. Picard, ingénieur géologue, nous a communiqué de précieuses indications. Nous ne saurions trop les en remercier.

INTRODUCTION

Parmi tous les problèmes sollicitant chaque jour la vigilante attention des hommes dévoués qui ont charge des intérêts d'une grande ville moderne, il en est peu, vraisemblablement, qui présentent un intérêt aussi immédiat que celui de l'alimentation en eaux potables. Si l'eau crée la vie et si, de tous temps, elle s'est trouvée nécessaire au développement des agglomérations, le rôle déjà primordial ainsi joué par cet élément n'a fait que croître depuis que les progrès rapides de la Bactériologie, résultant des immortelles découvertes de PASTEUR, ont permis d'établir l'origine hydrique de quelques-unes des plus redoutables maladies. Réaliser l'adduction d'eaux d'alimentation abondantes, paraissait il y a peu d'années encore constituer la solution parfaite et définitive de ce problème capital; mais aujourd'hui que l'eau est apparue comme un des facteurs principaux de l'état sanitaire, c'est sa qualité, sa valeur hygiénique qui doit, par surcroît, faire l'objet des plus constantes préoccupations. Cette question, d'ailleurs, a toujours vivement intéressé l'esprit public et la ville de Nancy s'est depuis longtemps signalée par les efforts entrepris pour s'assurer une distribution d'eaux potables aussi satisfaisante que le permettaient les facilités du moment et les connaissances de l'époque.

De nos jours, malgré les progrès réalisés, le problème demeure d'une indiscutable actualité. Aussi sommes-nous reconnaissant à M. le Professeur GRÉLOT d'avoir bien voulu nous

suggérer de reprendre l'étude des eaux de source à Nancy; nos vœux seront comblés si, grâce aux résultats que nous apportons, on estime que nous avons fait œuvre utile pour nos concitoyens.

Ce n'est pas que les recherches de ce genre aient manqué jusqu'à présent; mais nous devons constater qu'il en existe peu, comme nous allons le voir, qui soient assez récentes pour s'inspirer des conceptions modernes d'un semblable travail. La détermination de la valeur hygiénique d'une eau de source doit avoir pour base, en effet, une étude d'ensemble utilisant tout à la fois les données nouvelles de l'hydrogéologie et celles que fournit l'examen physique, chimique et bactériologique.

La composition des eaux de source peut, dans certains cas, subir des modifications importantes, par le fait des variations saisonnières; il est donc nécessaire, avant de conclure, de répéter les analyses; aussi avons nous pratiqué nos essais sur des eaux recueillies à des saisons différentes. Qu'importe qu'une eau soit à un moment donné, de bonne qualité si, sous l'influence des moindres phénomènes météoriques elle peut s'enrichir en matières organiques et en germes pathogènes, devenant ainsi une cause d'infection pour la population qu'elle alimente.

La première enquête vraiment digne de ce nom qu'on effectua pour déterminer la salubrité des eaux potables à Nancy fut l'œuvre de RITTER en 1874. En effet nous ne citerons ici que pour mémoire les travaux anciens de BAGARD (1763) (1), de LAFLIZE (1771) (2), de l'apothicaire NICOLAS (1790) (3) et ceux plus récents de MATHIEU DE DOMBASLE (1810) (4), de BRACONNOT (1841) (5) et du Docteur SIMONIN

(1) BAGARD. *Les eaux minérales de Nancy*. P. Antoine. Nancy, 1763.

(2) LAFLIZE. *De cere, locis et aquis Nanceiatis*. Nancy, 1771. Traduction du Dr PILLEMENT. *Rev. Médic. de l'Est*, 1904.

(3) P. F. NICOLAS. *Mémoire sur les fontaines de la ville de Nancy*. 1790. Arch. municipales DD 69.

(4) MATHIEU DE DOMBASLE. *Analyse des eaux potables de Nancy*. *Mém. de l'Académie de Stanislas*, 1810, p. 29.

(5) A. BRACONNOT. *Analyse comparative de l'eau des quatre principales sources alimentant les fontaines de Nancy*. *Mém. de l'Acad. de Stanislas*, 1841, p. 33.

(1854) (1). N'ayant pu envisager que le point de vue chimique et ne disposant pas des méthodes précises aujourd'hui requises, leurs recherches ne sauraient plus être prises en considération.

Les résultats, de valeur, publiés en 1879 par RITTER (2) — qui ne pouvait lui aussi que pratiquer l'essai chimique — ont formé jusqu'à présent la base des connaissances d'ensemble que l'on posséda, à ce point de vue, sur la question. C'est M. le Docteur IMBEAUX qui dans sa remarquable thèse inaugurale, en 1897 (3), détermina pour la première fois la qualité des eaux de source de Nancy en interprétant, aux lumières de la géologie, les résultats de ses examens bactériologiques et des essais chimiques antérieurs.

Depuis ce très important travail, dans lequel nous avons trouvé d'utiles indications, la ville de Nancy a procédé à de nouvelles et importantes adductions d'eau, elle a cherché à améliorer la qualité de celles qu'elle utilisait autrefois, supprimant les captations de rendement insuffisant ou peu sûres. Il était donc intéressant de rechercher à quels résultats tous ces efforts avaient abouti. Voici d'ailleurs comment nous avons divisé ce travail.

Première partie. — Etude hydrogéologique des terrains des environs immédiats de Nancy. Historique de l'adduction des eaux de source basée sur d'anciens documents et englobant les plus récents travaux ou projets.

Deuxième partie. — Détermination de la composition chimique de l'eau des sources communales et particulières qui — à part quelques analyses de M. le Professeur GRÉLOT — n'avait jamais été entreprise en utilisant les techniques nouvelles.

(1) J.-B. SIMONIN. *Recherches topographiques et médicales sur Nancy*. Nancy, 1854.

(2) E. RITTER. *Les eaux de Nancy au point de vue hygiénique*. Nancy, Collin, 1879.

(3) D^r Ed. IMBEAUX. *Les eaux potables et leur rôle hygiénique dans le département de Meurthe-et-Moselle*. Nancy, 1897.

Troisième partie. — Étude corrélatrice de ces mêmes eaux au point de vue bactériologique. Emploi d'un milieu chimiquement défini pour la recherche qualitative et quantitative des Bactéries fluorescentes des eaux considérées comme test de contamination.

Nous terminerons l'exposé de notre travail par l'interprétation des résultats et par les conclusions que nous aurons pu déduire de l'ensemble de nos recherches.

PREMIÈRE PARTIE

CONSIDÉRATIONS GÉOLOGIQUES NAPPES AQUIFÈRES

On a démontré la relation intime de la géologie avec l'état sanitaire d'une région; nous ne pensons pas qu'il puisse y avoir, en vérité, de causalité directe, mais il est indéniable que les systèmes géologiques ont une influence hygiénique non pas tant par leur structure que par les conditions chimiques et même physiques qu'ils déterminent.

D'une part, les terres basses et marécageuses créent une atmosphère malsaine avec leurs eaux stagnantes sur un sol souvent mal drainé; d'autre part, selon la nature du terrain traversé, l'eau qui sert à l'alimentation peut être trop ou pas assez minéralisée. Pour l'hygiéniste l'intérêt pratique de l'étude géologique préliminaire demeure donc considérable, en ce sens qu'elle permet de résoudre plus aisément les délicats problèmes de circulation et de captage des eaux et, *a priori*, de présumer leur qualité.

Sans parler des nécessités industrielles qui n'intéressent qu'indirectement notre étude, il est certain que la vie, telle qu'on la conçoit aujourd'hui dans nos villes, réclame, pour son hygiène seule, beaucoup plus d'eau qu'elle n'en utilisait autrefois. Il ne s'agit plus seulement de pourvoir aux besoins physiologiques de l'homme, car celui-ci exige des conditions sanitaires meilleures dans la rue comme au foyer.

Or, l'influence déjà si considérable qu'exerce la formation

géologique du sol sur l'hygiène de l'habitation et de la cité, ne peut que croître lorsqu'on envisage la qualité des eaux potables dont la pureté et la minéralisation dépendent uniquement de la nature des terrains qui les collectent, ou sur lesquels elles glissent, avant de reparaître à la surface.

Ces motifs nous ont paru suffisants pour nous autoriser à faire une rapide description des couches et formations géologiques renfermant les diverses nappes aquifères auxquelles on a pu avoir recours pour alimenter notre ville. Successivement, les travaux des géologues qui ont entrepris l'étude stratigraphique et tectonique de la région lorraine, les multiples observations qu'a permis de rassembler l'exploitation des richesses minières abondantes autour de Nancy, et les recherches nombreuses entreprises en vue des captages d'eau, ont fourni une documentation abondante facilitant l'étude des terrains qui nous intéressent.

Il nous suffira donc, dans une esquisse sommaire, de rappeler les caractères saillants de la constitution géologique nécessaires à une bonne interprétation des résultats trouvés, quitte, ultérieurement, à donner quelques précisions de détail lorsque l'étude particulière du lieu d'émergence d'une source le rendra utile.

*
* *

Lorsque, cherchant rapidement à nous faire une idée d'ensemble sur la position topographique de notre ville, nous profitons des larges horizons que l'on peut embrasser du sommet d'une des collines environnantes, le plateau dominant Malzéville par exemple, nous apercevons Nancy étalée aux confins de la vaste et fertile plaine liasique et triasique qui, vers l'est et le sud-est, n'a de limite que la ligne bleue des sommets vosgiens facilement aperçus par temps clair.

Vers l'ouest, notre vue est bornée par le pittoresque hémicycle des falaises bajociennes qui, précédées de terrasses en pente douce, annoncent le grand plateau de Haye presque totalement couvert de forêts. Celui-ci avance vers le nord-

est ses contreforts, profondément creusés par l'érosion, pour terminer par un sillon assez étroit cette large et profonde vallée de la Meurthe qui, sur trente kilomètres, de Saint-Nicolas à Pompey, est la puissante artère « drainant tous les produits du riche bassin salifère et ferrifère de Nancy. (1) »

Dominant l'étude hydrogéologique, un fait, très important par ses conséquences, doit être signalé tout d'abord. Située en bordure du vaste bassin parisien, Nancy voit toutes les couches de terrains qui l'environnent plonger doucement vers l'ouest, mais de façon sensiblement uniforme.

En conséquence, la majeure partie des eaux météoriques se collecte en nappes, glisse suivant les pentes naturelles du terrain et s'en va se perdre dans les assises profondes. Seules, les émissions provenant de petits versants secondaires, ou celles qu'a pu déterminer l'érosion, coulent naturellement vers Nancy.

Les différents étages des terrains secondaires dont les affleurements constituent le sol de notre ville et de sa banlieue renferment des nappes aquifères d'importance variable. Afin de bien comprendre la situation respective de ces stratifications, nous les étudierons successivement en indiquant, à propos de chacune d'elles, les ressources en eaux qu'elles peuvent recéler, leur qualité et leur utilisation actuelle ou ancienne (2).

Pour cela, nous devons remonter la description des couches géologiques aux assises de l'infralias ce qui nous amène à étudier tout d'abord le Rhétien et le Hettangien.

*
* *

RHÉTIEN. — On y distingue deux zones principales : l'une essentiellement sableuse, dénommée grès infraliasi-

(1) JOLY (H.). *Le Jurassique inférieur et moyen de la bordure Nord-Est du Bassin de Paris*. Barbier, Nancy, 1908, p. 63.

(2) Comme indications complémentaires, on consultera avec fruit les coupes de la nappe souterraine à Nancy, figurant à la planche V de l'Atlas qui illustre la thèse de M. Ed. Imbeaux. *Les eaux potables et leur rôle hygiénique dans le département de Meurthe-et-Moselle*. Nancy, 1897.

que (1); l'autre argileuse, surmontant la première. Les couches les plus basses, qui reposent immédiatement sur les marnes irisées supracéupériennes, sont formées d'une suite d'assises gréseuses, parfois micacées, souvent très friables, à grains fins, d'un blanc jaunâtre, alternant avec des lits de galets blancs et noirâtres.

A ces grès succèdent une épaisse couche d'argiles étudiées par l'ingénieur de mines LEVALLOIS, marnes rouges supportant parfois un lit d'argiles bleues, gréseuses^e et pyriteuses. Ces couches infraliasiques, facilement observables aux environs de Nancy (Varangéville, Saint-Nicolas) s'enfoncent profondément au niveau de notre ville. En effet, un sondage (2) effectué en 1860, dans la cour de l'usine à gaz, a rencontré le grès à 120 m., lui donnant à ce point une épaisseur de 15 m. D'autre part, à Tomblaine, on a trouvé pour la marne rouge et noire, une hauteur de 17 m., pour les argiles bleues, 8 m. 5.

Selon BRACONNIER (3), les recherches effectuées dans la zone gréseuse ont toutes montré l'existence d'une nappe artésienne due, à ce que l'on peut présumer, au réseau de diaclases et de petites cassures qui, parcourant la masse de l'assise, permettent aux eaux recueillies par les affleurements des plateaux de cheminer dans le grès suivant le pendage et de s'accumuler dans les parties profondes, notamment sous la vallée de la Meurthe.

Cette eau est de mauvaise qualité; elle renferme en effet ordinairement des sulfates de chaux et de magnésie produits par oxydation de la pyrite de fer en présence de la dolomie provenant des marnes irisées. Sa minéralisation exagérée exclut toute possibilité d'utilisation (4).

(1) DUFRENOY et ÉLIE DE BEAUMONT, *Explication de la carte géologique de la France*. Paris, 1841-42.

(2) IMBEAUX (Ed.). *loc. cit.*, p. 78.

(3) BRACONNIER (M. A.). *Description des terrains qui constituent le sol du département de Meurthe-et-Moselle*. Nancy, 1879, p. 149.

(4) Cependant, à une certaine distance de Nancy, aux affleurements, le grès Rhétien semble donner naissance à des eaux de source moins minéralisées (source artésienne de Courbesseaux), ainsi que l'ont démontré des sondages récents. Nous remercions M. Petitjean, ingénieur hydrologue, des renseignements intéressants qu'il a bien voulu nous communiquer à ce sujet.

HETTANGIEN. — Surmontant directement les marnes Levallois, une faible couche d'argiles grises, mélangées de bancs de calcaires marneux, constitue la zone à *Schlotheimia angulata*, et caractérise, aux environs de Nancy, le Hettangien. On n'y a pas rencontré, dans notre région, de niveau aquifère.

SINÉMURIEN ET CHARMOUTHEN. — Avec le lias inférieur et ses premières assises constituant le Sinémurien, nous atteignons une formation dont les ressources en eaux, quoique bien restreintes et négligées aujourd'hui, n'en ont pas moins été pendant longtemps de première importance puisqu'elle comprend la nappe phréatique où s'alimentaient en majeure partie les puits.

Aux environs de Nancy, cet étage est constitué par trois assises différentes ainsi définies par M. H. JOLY (1) :

Le Sinémurien débute à la base par des calcaires marneux à gryphées arquées. Au-dessus, et formant passage à des marnes, s'observent des calcaires marneux en plaquettes, gris jaunâtres et des marnes avec rognons de phosphate de chaux et nombreuses gryphées. La zone qui vient ensuite est constituée par des marnes très argileuses (marnes à *Hippopodium*), puis l'étage se termine par un banc de calcaire peu épais (1 m. à 1 m. 50) où abondent les céphalopodes et qui porte le nom de calcaire ocreux.

Le calcaire du lias (2), dénomination consacrée de la première couche, a pour base une assise de calcaires marneux d'une dizaine de mètres d'épaisseur, mélangés de marnes argileuses. Cette zone, caractérisée par la présence de l'*Arietites bisulcatus* renferme en outre de très nombreuses gryphées. Ce calcaire marneux, bleu noir en profondeur, est gris ou jaunâtre à la surface par altération et renferme souvent de la pyrite de fer. De très nombreuses fissures rendent cette zone extrêmement perméable aux eaux pluviales qui vont ruisseler

(1) JOLY (H.). *La Lorraine et ses enveloppes*. Barbier, Nancy, 1912, p. 52.

(2) DUFRENOY et ÉLIE DE BEAUMONT, *loc. cit.*

sur les marnes sous-jacentes en formant nappe à leur surface. Pendant leur trajet elles se chargent d'une proportion notable de carbonate de chaux.

Entre les calcaires à gryphées et la zone médiane à *Hippopodium* s'étendent, à la partie supérieure, des couches calcaires marneuses plus jaunâtres, à rognons phosphatés noirs ou blanchâtres, formant l'horizon de *Belemnites brevis*. La puissante couche de marnes qui surmonte cette assise est constituée par une vingtaine de mètres d'argiles schisteuses (1) jaunâtres, présentant quelques nodules ferrugineux et devenant sableuses au sommet, L'*Hippopodium ponderosum* Sowerby définit cet horizon.

L'étage se termine par une assise de 1 m. à 1 m. 50 d'épaisseur, constituée par des bancs de calcaires pyriteux très durs, et séparés par de minces lits de marnes ocreuses. C'est le « calcaire ocreux » dont les affleurements, parfois masqués par les alluvions, constituent la plus grande partie du sol du territoire sud-ouest de Nancy.

Cette assise forme transition avec le Charmouthien qui, aux environs de Nancy, peut être nettement divisé en quatre zones :

- 1^o Zone à *Deroceras armatum*;
- 2^o Zone à *Deroceras Davœi*;
- 3^o Zone à *Amaltheus margaritatus*;
- 4^o Zone à *Amaltheus spinatus*.

La zone à *Deroceras Davœi* comprend des calcaires marneux gris, souvent, avec dendrites d'oxyde de manganèse, formant une assise de 1 m. environ d'épaisseur. Les bélemnites, extrêmement fréquentes, lui ont valu jadis d'être connue sous le nom de « calcaire à bélemnites ».

L'*Amaltheus margaritatus* caractérise la zone suivante. Elle est constituée par des couches d'argiles bleuâtres, tantôt

(1) BRACONNIER (M. A.), *loc. cit.*, p. 155.

mêlées de lits calcaires, tantôt riches en nodules ferrugineux. Elle atteint à Nancy de 15 à 20 m. d'épaisseur.

L'assise à *Amaltheus spinatus* est très importante; elle est formée d'un puissant dépôt de marnes argileuses ou argilo-sableuses, feuilletées, bleuâtres, en bancs épais, qui dans leur partie supérieure se transforment en un grès auquel LEVALLOIS a donné le nom de « médioliasique ». Elle débute à la base par une zone plus argileuse, enfermant des nodules très durs, ferrugineux, et se termine par une zone plus riche en calcaire.

Calcaire ocreux et grès médioliasique, l'un par son réseau de fissures, l'autre par le calcaire noduleux qui termine l'assise, absorbent assez facilement les eaux pluviales et fonctionnent comme réservoirs. En raison de sa faible puissance, l'assise du calcaire ocreux ne recèle qu'une nappe peu abondante et pouvant tarir assez facilement. Elle a été atteinte par un forage, rue de la Commanderie, chez M. Greff, à 17 m. de profondeur et a fourni un puits presque artésien (1).

Le grès médioliasique serait plus susceptible d'alimenter des émissions d'eau mais, comme on l'a vu, et suivant une règle de stratification qui est générale, les affleurements des bancs se faisant déjà par la tranche, plongent ensuite immédiatement vers l'ouest. Les sources que l'étage peut alimenter seront donc de faible importance et de qualité très variable par suite de la présence de fortes proportions de sulfate de chaux provenant de l'oxydation des pyrites de fer contenues dans les argiles sableuses.

DILUVIUM ET ALLUVIONS. — Avant d'aborder l'étude du système géologique constitué par la grande falaise bajocienne et son soubassement toarcien, qui présente de beaucoup pour notre sujet le plus d'importance, nous devons décrire une formation plus récente que celles rencontrées jusqu'à présent et qui les a recouvertes pour la majeure partie.

Diluvium et alluvions, à Nancy, atteignent couramment

(1) IMBEAUX (Ed.), *loc. cit.*, p. 77.

une épaisseur de 8 à 10 m.. Constitués par du sable rouge ou jaunâtre (1) à gros grains, souvent coupés par des zones ou des masses de cailloux roulés ou arrondis, ils recouvrent les assises liasiques sur de nombreux points notamment dans la partie ouest du territoire de Nancy.

Ces débris comprennent des roches de constitution essentiellement silicieuse, tels des quartz, granits, porphyres et proviennent des terrains primitifs qui avoisinent les sources de la Meurthe. Les alluvions forment des îlots et sont généralement poreuses; lorsqu'elles sont assez épaisses elles peuvent constituer une réserve d'eau. Fréquemment l'éponge qu'elles constituent est rapidement asséchée après les pluies et la protection des eaux est très souvent difficile.

Comme nous le verrons ultérieurement, plusieurs sources à Nancy naissent des alluvions; elles sont relativement peu importantes.

TOARCIE ET AALÉNIEN INFÉRIEUR. — Après la pente assez raide que forment les affleurements du grès médio-liasique on atteint la partie supérieure du lias, qui a été l'objet de très nombreuses études, car elle constitue la plate-forme légèrement incurvée qui collecte les eaux météoriques et les guide vers la surface où elles constituent les sources.

C. AUTHELIN (2) a décrit d'une façon complète le toarcien des environs de Nancy, qui forme dans son ensemble la moitié ou les deux tiers, en hauteur, de la grande ligne de collines dominant la ville. Il y reconnaît plusieurs zones bien caractéristiques; tout d'abord, reposant sur les calcaires noduleux de l'étage précédent, s'étend une couche d'une dizaine de mètres d'épaisseur constituée par des calcaires marneux bleu cendré, suivis de schistes argileux bruns se débitant facilement en plaquettes minces. Ces schistes appelés communément à Nancy « schistes cartons », horizon de *Harpoceras falciiferum*, sont parfois, selon BRACONNIER, chargés de bitume au point d'être com-

(1) GUIBAL. *Mémoire sur le terrain jurassique du département de la Meurthe*. Nancy, 1841. p. 88.

(2) AUTHELIN. (C.) Sur le Toarcien des environs de Nancy. *Bulletin de la Société géologique de France*. 1899, 3^e série, t. XXVII.

bustibles. Ils sont recouverts souvent, par exemple dans la région nord-ouest de Nancy, d'une couche d'alluvions caillouteuses et on y trouve, intercalés, de grands nodules calcaires constellés à leur surface d'empreintes de *Posidonomya Bronni* Voltz.

On rencontre ensuite une épaisse couche de marnes bleuâtres, à nodules calcaires compacts, parfois phosphatés, recélant *Hildoceras bifrons* et qui annonce les puissantes assises d'argiles ferrugineuses à *Grammoceras fallaciosum*. Ces zones peuvent avoir, ensemble, de 60 à 65 m. d'épaisseur.

La formation ferrifère constitue aux environs de Nancy l'aalénien inférieur et coiffe richement cet étage. Elle se signale par l'apparition des *Dumortieria radiosa* et *Grammoceras aalense*. Cet étage est très variable en puissance et en composition. Il est formé de trois zones distinctes : un grès argileux à la base, puis une suite de bancs de minerai de fer oolithique entre lesquels s'intercalent des marnes et des calcaires stériles ; enfin, sur cette zone s'étend un lit de conglomérats ferrugineux peu épais que surmontent les marnes micacées.

Au point de vue tectonique, on peut considérer les argiles micacées qui forment le toit de la formation ferrifère à Nancy, comme déterminant une vaste cuvette un peu allongée dans le sens nord-sud. Elles ont une épaisseur qui reste généralement de beaucoup inférieure à 6 m. En l'absence de lignes de cassure ou lorsque la nature plastique de l'argile a provoqué l'obstruction de celles qui existaient, c'est à cette couche que s'arrêtent généralement les eaux descendant par les fissures du calcaire. Elles s'y rassemblent pour former la grande nappe infrabajocienne à laquelle Nancy demande la meilleure de ses eaux d'alimentation.

Malheureusement, et le cas est fréquent aux environs de Nancy, les marnes supraferrières ont une épaisseur fort variable. Des fissures font souvent communiquer la nappe aquifère avec les assises inférieures et permettent ainsi aux eaux de glisser jusqu'aux argiles toarciennes.

ÉBOULIS. — Dans le canton de Longwy, en raison de l'épaisseur assez considérable de la zone marneuse, la forma-

tion ferrugineuse constitue une sorte de plateau au pied des escarpements oolithiques; à Nancy, tout au contraire, et par suite de la puissance relativement faible de la couche supérieure, les affleurements étudiés forment un simple raccordement entre les argiles de l'étage précédent et la pente raide des calcaires. Bien souvent même il est masqué par une formation accidentelle qui joue un rôle très important au point de vue hydrogéologique.

Les eaux d'infiltration, poursuivant lentement l'œuvre de désagrégation intérieure des roches, se creusent au travers des masses calcaires des chemins plus ou moins verticaux. Les couches imperméables marno-argileuses qui forment le soubassement de ces falaises ont souvent la propriété d'absorber une notable quantité d'eau, de gonfler et de se délayer en diminuant de résistance. Lorsqu'elles sont gorgées d'eau elles s'écrasent sous la pression des couches superposées; celles-ci n'ayant plus un support suffisamment solide, s'enfoncent dans les marnes, leurs couches se disloquent, se fissent et forment des failles. Des paquets de roches tombent alors à flanc de coteau.

Ces roches, débris des crêtes bajociennes et bathoniennes constituent les éboulis qui peuvent couvrir une surface assez considérable sur les pentes et fonctionnent alors comme réservoirs d'eaux, dont le carbonate de chaux est alors l'élément caractéristique.

Comme on l'a vu, l'affleurement des marnes micacées constitue une ligne d'émission d'eau de première importance, mais les sources qui sourdent à ce niveau font souvent un long trajet sous les éboulis avant d'apparaître à la surface. Ces éboulis, vu la nature très variée des blocs détachés et des apports divers qui les constituent, cachent le trajet des filets d'eaux qui les traversent et ceux-ci sont forcément des plus superficiels. Bien des anciennes sources alimentant jadis Nancy étaient captées à la base des éboulis.

Sur ces terrains sont à présent bâties de nombreuses habitations, aussi la qualité des eaux qu'on y rencontre (c'est le cas des sources de Laxou et de Santifontaine) demeure-t-elle

à la merci d'une pollution accidentelle, consécutive à des causes diverses telles que les fortes pluies d'orage.

BAJOCIEN ET BATHONIEN. — Cet étage est presque entièrement constitué, dans la région de Nancy, par des calcaires. Ceux-ci, plutôt marneux à la base, deviennent sableux peu après et les lits de galets et cailloux roulés qui s'intercalent entre eux fournissent les *Sonninia Sowerbyi* caractérisant cet horizon.

De grandes épaisseurs (12 à 15 m.) de calcaires spathiques et ferrugineux appelés « roches rouges » ou calcaires à entroques, précèdent des couches calcaires blanches à *Clypeus angustiporus* qui, elles, annoncent les récifs de polypiers et les calcaires blancs oolithiques. A leur face supérieure nous trouvons une dalle taraudée sur laquelle reposent les marnes inférieures du Bathonien (1).

Ainsi constitué, le Bajocien possède une épaisseur de 50 à 70 m. Le fait saillant qui présente ici le plus d'intérêt est la faible épaisseur des lits de marnes intercalés entre les calcaires. Elle varie en effet de 0 m. 10 à 0 m. 40, épaisseur bien minime qui ne peut empêcher les eaux de glisser jusqu'aux couches inférieures de l'aalénien.

Revêtant le sommet de la falaise de ses marnes fossilifères, le Bathonien termine la succession des stratifications dont nous avons envisagé l'étude. A Nancy, les marnes calcaires de la base sont surmontées de grandes épaisseurs de calcaires oolithiques blancs, appelés « bâlin », et exploités comme moellon et castine. Des lits de marnes les divisent en plusieurs assises formant l'horizon de *Parkinsonnia Parkinsonni* et *Clypeus Plöti*.

*
* *

Le filtre ainsi constitué par les deux derniers étages que couronne la forêt réunit les conditions les plus favo-

(1) Nous avons employé ici la classification de la carte géologique de France. En réalité, des publications récentes ont montré que le « bathonien » doit être incorporé au bajocien, le bathonien proprement dit ne commençant que plus haut encore, en dehors de notre champ d'études

rables à la collecte d'une eau parfaitement pure et abondante.

Cependant des accidents tectoniques sont venus modifier la disposition primitive de ces terrains et rendre incertaines les indications qu'on aurait pu déduire du pendage des couches et de leur constitution.

On peut reconnaître deux origines à ces mouvements de terrains; tout d'abord l'exploitation des mines, à la suite de dépilages importants, a provoqué des affaissements qui ont sillonné les marnes calcaires de nombreuses fissures pouvant descendre jusqu'aux marnes aaléniennes. Par ces voies nombreuses les eaux s'engouffrent et ne subissent pas, ou très imparfaitement, l'épuration que la nature du terrain aurait permis d'envisager. En second lieu, plusieurs failles importantes ont intéressé le rebord extrême du plateau de Haye et c'est ainsi que tout le fragment occupé par les concessions minières du Montet, de Vandœuvre et d'Houdemont, s'est détaché du massif suivant une fissure profonde, ayant atteint la marne supraliasique et courant du nord au sud.

Provoquant un important et brusque rejet de l'ouest vers l'est, à hauteur de Clairlieu, cette dénivellation, qui atteint en ce point de 30 m. à 40 m., s'en va diminuant vers Ludres où elle est devenue insignifiante. De l'autre côté, au delà de Clairlieu, et à la rencontre de la route de Toul, il semble n'en rester plus trace.

Mais il est vraisemblable de croire qu'elle se prolonge bien au delà, car elle fait partie d'un réseau de failles semblables à celles qui sillonnent le plateau de Maxéville et passent par l'origine du vallon de Belle-Fontaine, vers lequel elles dirigent les eaux.

Une autre coupure, limitant également ce fragment au nord et passant aux environs du ravin de l'Asnée, a occasionné un mouvement de bascule, la partie nord s'enfonçant plus que l'extrémité sud.

Il y a donc eu à cet endroit création d'un versant secondaire et c'est lui qui constitue le bassin alimentaire des sources de l'Asnée.

Ainsi que nous venons de le constater, les étages bathonien et bajocien, aux environs immédiats de notre ville, ne peuvent renfermer de nappes aquifères; tous deux très fissurés, la faible couche de marnes à *Ostrea acuminata* qui les sépare est incapable de retenir les eaux.

Partout le premier niveau d'eau se trouve à hauteur des marnes micacées qui ont une épaisseur de 3 m. 50 à 5 m. Bien souvent, et d'après ce que nous avons dit des failles et fissures, la prudence conseille de s'adresser aux marnes supraliasiques qui plus épaisses ont résisté et constituent une barrière généralement infranchissable.

Il est d'ailleurs facile, par des montages traversant l'aalénien ferrugineux, qui est épais d'une quinzaine de mètres, de collecter la nappe supérieure aux endroits où elle a pu se constituer. Les deux meilleurs et plus importants captages alimentant Nancy ont cette origine et nous étudierons ultérieurement pour chacun d'eux comment a été résolu le problème.

*
* *

Par les considérations géologiques qui précèdent nous avons vu que la tradition ancienne désignant notre ville comme « une des mieux pourvues d'eaux du Royaume » était facilement justifiée.

Jadis on se contentait de recueillir au pied des coteaux encerclant la ville, l'eau des nombreuses sources dont l'érosion, en perçant le niveau supérieur de la cuvette marneuse, avait provoqué la formation.

Au loin on en vantait l'abondance, la qualité, et de bonne heure on songea à les utiliser comme nous allons le montrer.

Historique de l'adduction d'eaux de source à Nancy, des origines à la fin du XVIII^e siècle.

De nombreuses controverses se sont élevées touchant l'origine toponymique de Nancy. Il nous semble même, qu'à l'heure actuelle, la question n'a pas encore reçu de solution définitive, en admettant que cela put jamais se produire. Néanmoins, nous aidant des quelques renseignements vraisemblables qui nous sont parvenus, nous pouvons essayer de fournir une explication qui a eu de nombreux défenseurs et qui semble s'accorder assez avec ce que nous savons de la topographie de Nancy et de ses environs à cette lointaine époque.

C'est au droit d'un triens, petite pièce de monnaie valant un tiers de sou en or de l'époque mérovingienne, qu'on trouve pour la première fois gravé le nom de *Nanciaco*, d'où dérive Nancy. Selon Ch. PFISTER (1) qui rapporte le fait, un radical celtique se cache sous ce nom de lieu, ce qui permet de faire remonter à la période gauloise la formation du nom. Le mot celte *nantos* que l'on retrouve de nos jours dans Nanteuil, Nançois-le-Grand, signifierait « un lieu où beaucoup d'eau se rassemble » ou bien un ruisseau, un ravin arrosé, un marécage. En Savoie (2) on nomme encore *nants*

(1) PFISTER (Ch.). *Histoire de Nancy*. Berger-Levrault, 1902, t. I, p. 18 et suiv.

(2) DAUZAT (A.). *Les noms de lieux. Origine et évolution*. Paris, Delagrave, 1926 p. 202.

les torrents, par une déformation du sens du mot, qu'expliquent aisément les interprétations citées précédemment.

La campagne nancéienne, au temps où les premiers habitants songèrent à s'y établir, correspondait assez bien à l'idée contenue dans le mot *Nanciacus*.

De nombreux ruisseaux, descendus des coteaux qui entourent la ville à l'ouest et au nord-ouest, sillonnaient, pour atteindre la Meurthe, la plaine faiblement ondulée où devait s'élever plus tard la cité. Le vaste étang Saint-Jean en couvrait d'ailleurs une partie et on rappelle, à ce propos, la légende du marais couvrant la place de la Carrière actuelle, que venaient battre les femmes de Laxou lors de la nuit de noces des premiers princes Lorrains (1).

*
* *
*

La Ville Vieille de Nancy était, depuis sa fondation, arrosée par les eaux de Boudonville, en l'espèce le ruisseau que formaient les sources. Afin de contribuer à la salubrité de l'agglomération et de prévenir, autant que possible, les maladies contagieuses si fréquentes alors, on avait imaginé d'amener les eaux par un aqueduc; une ordonnance du Duc René II, en 1497 (2) recommande en effet aux commis de faire

... Courir le ruz venant des fossés près de la grande tour, trois jours la semaine, ainsi qu'ils adviseront pour le mieux.

Les documents concernant ces travaux sont rares, tout au moins à l'origine. En 1290, le Duc Ferry III accorde aux Dames Prêcheresses une des premières concessions d'eau de source, pour leur monastère situé alors rue de la Monnaie actuelle.

Plus tard, en 1495 (3), on aménage la fontaine monumentale de la place Saint-Epvre, sur l'emplacement qu'occupait auparavant la halle.

(1) DOM CALMET. *Notice de Lorraine*, t. II, p. 71.

(2) LEPAGE (H.). *Les Archives de Nancy*, Wiener. 1865, t. I, p. 101.

(3) LEPAGE (H.). *loc. cit.*, t. I, p. 100.

Il nous faut ensuite arriver au ^{xvii}e siècle pour trouver sur l'organisation du réseau d'eaux de source de plus amples renseignements.

En 1640, à l'occasion de l'entrée en fonction de nouveaux fontainiers, fut établi un procès-verbal détaillé, décrivant les lieux où étaient captées les sources, les terres qu'elles traversaient pour gagner la ville, enfin les fontaines publiques ou particulières qu'elles alimentaient. Ce document, le plus ancien que nous ayons retrouvé sur le sujet, nous montrera que, déjà à cette époque, Nancy, qui ne comptait guère que quelques milliers d'habitants était relativement bien alimentée en eaux de source.

Il est intitulé : Procès-verbal des sieurs Commis et Receveurs de la ville servant d'éclaircissement pour trouver les sources, bouges et autres lieux où découlent les fontaines, tant dehors que dans les deux villes de Nancy (1).

SOURCES DU VAL DE BOUDONVILLE. — La première déclaration (2) concerne la fontaine Sorrette, dont la source, dit Richardot, auteur du manuscrit et receveur des rentes, jaillissait :

... Au pied de la muraille du jardin de la maison du sieur Serre, à Boudonville, sur le grand chemin tirant au bois de Haye. Cette fontaine, dit-il, est présentement bouchée avec des planches et au devant d'icelles planches, se trouve quantité de terre afin que personne ne puisse toucher à la source, où y a une fraissette de plomb attachée à un corps de bois qui est environ un pied dans la source...

De cet endroit la conduite descendait à travers vignes et jardins, longeant une ruelle proche le moulin de Boudon-

(1) Arch. Municipales, DD 69, 70.

(2) Tout en respectant le texte même nous avons substitué dans la plupart de nos citations de documents du ^{xvii}e siècle, l'orthographe moderne à celle du premier rédacteur (*Note de l'auteur*).

ville. Le corps de Sorrette aboutissait à une casemate située au devant du bastion de Danemarck, c'est-à-dire, probablement à l'emplacement actuel du terre-plein de la Porte Désilles.

De là, franchissant le fossé sur des chevalets de bois, le corps de fontaine passait au « haut bourget » (1), devant la porte Notre-Dame, puis descendait la Grande-Rue et alimentait les fontaines de la Carrière et celle de l'Hôpital.

D'après les détails indiqués ci-dessus, nous pouvons présumer que la source naissait du versant sud du vallon, aux environs de la rue de Monbois actuelle.

Une source très voisine alimentait la fontaine dite de la Cour. Les eaux sortaient d'un corps de bois et le bouge était protégé par une porte fermant à clef, ce qui avait jadis fait nommer la source : fontaine de la Tombe.

Suivant un moment le grand chemin de Toul, les corps de conduite franchissaient le canal de Boudonville et se joignaient au maître corps de Sorrette. Passant ensuite du côté de l'Arsenal et de l'église Notre-Dame, ces eaux allaient alimenter les fontaines de la Cour (2), celles des sieurs de Warnéville, du baron des Salles, des Pères de l'Oratoire et de M. de Rémoville, de Monseigneur le Marquis de Moy, du sieur de Galléan et du couvent des Pères Cordeliers (3).

Le procès-verbal indique ensuite une source, toujours captée dans les mêmes parages, qui se retrouvait

... Dans un petit bâtiment qui est joignant la maison du sieur Voillot, à Boudonville.

Le corps emmenant l'eau suivait encore le grand chemin de Toul et traversait les mêmes terres et héritages que les

(1) Aujourd'hui, le quartier du Haut-Bourgeois.

(2) Il s'agit ici des fontaines du Palais Ducal.

(3) De nos jours, la Chapelle Ducale.

conduites des deux sources précédentes. Elles ne se séparaient qu'à l'entrée en ville; en effet, cette source

... s'allait jeter dans la casemate ou allée versée qui est dans les terres au lieu où entre le ruisseau qui vient de Boudonville.

Elle rejoignait la casemate de la rue Derrière (aujourd'hui rue Jacquard) par le trajet suivant :

La dite allée versée, dit Richardot, est fermée au dedans à clef et murée en partie; icelle est d'une grande longueur jusque sur le bord du fossé, à l'entrée du canal qui est sur les pyramides où passe ledit ruisseau et se vont jeter ensemble dans la courtine; de là, entrant tous deux dans la casemate de la rue Derrière.

Le corps de conduite descendait ensuite rue de la Boucherie (1), passait au pied de la statue de René II située place Saint-Epvre et alimentait, en outre, diverses fontaines du quartier, rue Saint-Michel, chez le sieur Janin, secrétaire d'État, etc...

Du même vallon descendaient encore les eaux dites des Dames Prêcheresses, des Sœurs Grises et celles qui alimentaient la fontaine élevée devant l'hôtel de ville de Nancy-la-Neuve.

Les deux premières avaient des points d'émergence très voisins. Elles se réunissaient au début dans un corps principal se séparant peu après par une fourche.

La déclaration indique de façon précise l'endroit où ces eaux étaient captées,

... Dans le chemin qui va au-dessus de la côte de Buthegnémont et à environ quatre toises au-dessus de la porte de la maison appelée « le vivier ».

Comme pour les sources citées précédemment, les corps de conduite traversaient les propriétés du feu sieur

(1) Rue du Cheval-Blanc actuelle.

Manol, de Mansuy Houbardon, d'Herman, de Nicolas de Chamagne, etc.

Les eaux des Dames Prêcheresses franchissaient le fossé sur les pyramides supportant déjà le corps de Saint-Epvre et rejoignaient le monastère des Prêcheresses (rue de la Monnaie) en fournissant l'eau, entre autres, chez M. d'Haraucourt, gouverneur de la ville, au-dessus de la rue des Comptes (rue Callot) et chez le sieur Mainbourg, eschevin.

* La source des Sœurs Grises allait bien plus loin, s'allant jeter dans une allée versée que l'on voit sur le bord du fossé du ravelin qui est au devant de la Courtine des Minimes. Elle gagnait ensuite le bord du fossé et passait sur la digue sise devant la Courtine, pour rejoindre la casemate située devant le couvent des Pères Minimes (1).

Finalement elle gagnait la Ville Neuve par la rue Saint-Dizier, passant près de la Croix d'entre les deux villes.

Ces eaux alimentaient les trois fontaines particulières des sieurs Cueillet, Gruyer de Nancy, Berman et de l'Hôpital Saint-Julien.

La dernière source captée, dont le bouge était situé

... dans le jardin d'un sieur Jeannot à Boudonville,

rejoignait comme les autres le chemin de Toul, et par des voies identiques, aboutissait à la casemate située devant l'église des Pères Minimes. De là, elle fournissait les fontaines de la Munition, du couvent des Pères Carmes, du couvent des Bénédictines, des Révérends Pères Capucins, ainsi que celles situées dans la maison des teinturiers (devant Saint-Charles) (2) et devant l'hôtel de ville de Nancy-la-Neuve.

SOURCE DE SALM. — En dehors de ces six captations, toutes situées dans le val de Boudonville à hauteur de la

(1) Ce couvent occupait la partie haute de l'emplacement actuel du Lycée.

(2) L'ancien Hôpital Saint-Charles, situé à l'extrémité de la rue Saint-Jean actuelle.

Croix Gagnée et sur les deux versants, une autre fontaine, dite de Salm ou des Allemands, fluait dans le faubourg Saint-Nicolas. Avant que la Ville Neuve ne fut fortifiée, la source qui l'alimentait était située sur le bord de l'étang, du côté de la porte Saint-Nicolas. Un peu plus tard, on la voit couler dans le fossé même de la ville vis-à-vis du Bastion de Saurupt. Le corps de conduite traversait le fossé et

... Passant sous le pont de la porte Saint-Nicolas se venait jeter dans l'orillon du Bastion de la Magdeleine. Il entrait dans une allée versée qui prenait depuis ledit orillon et venait finir au derrière de la Maison du Refuge où y a une porte. Continuant le long d'icelle, il venait le long de la rue Saint-Nicolas, tournait au quart de la ruelle allant à la Primatiale, descendait le long de la rue del'Hôpital jusque sous le pont d'entre les deux villes (1).

Finalement, il aboutissait à l'hôtel de Salm (place de la Carrière actuelle). Les Révérends Pères Jésuites, les Filles Repenties de la Maison du Refuge et quelques particuliers se partageaient l'excédent des eaux de cette source. Elle continua d'alimenter le quartier Saint-Nicolas jusqu'au milieu du XIX^e siècle et son débit était alors de 1 litre par seconde. Depuis, ces eaux ont été totalement abandonnées, parce qu'elles étaient trop superficielles.

SOURCES DU RECLUS. — L'amenée à Nancy des eaux qui descendent des pentes du Montet remonte à une date éloignée. Ces sources prennent naissance à droite de l'ancienne route de Nancy à Pont-Saint-Vincent, tout près de la ferme du Reclus où flotte encore le souvenir du pieux ermite Pierre Séguin qui, au début du XVII^e siècle, vécut dans l'humble retraite trente années de solitude et de recueillement (2).

Le duc Charles IV par une lettre patente en date du 15 janvier 1628 fit don à la ville de Nancy des sources et

(1) Le Pont-Mouja.

(2) PFISTER (Ch.), *loc. cit.*, t. II p. 987 et suiv.

fontaines situées dans un pré, sur le ban de Vandœuvre et proche la chapelle du Reclus, appartenant au sieur Darne-lois, bourgeois de Nancy. La ville, prenant tous frais à sa charge, devait jouir à jamais de l'eau de ces sources et l'amener à Nancy afin d'augmenter le débit de la fontaine qu'on devait édifier devant la statue à poser en la place de Nancy-la-Neuve (1).

Des documents postérieurs indiquent les lieux où l'on utilisait ces sources.

Deux bouges situés à peu de distance de l'Ermitage recueillaient les eaux : l'un, dit bouge du Lavoir alimentait la bassine du même nom, la fontaine de la place Saint-Georges, les fontaines particulières de M^{me} de Saint-Germain, de M. de Bouvier, les fontaines publiques de la rue de la Hache, la fontaine de la Chiennerie, la fontaine Sainte-Marie à la Garenne, etc...; l'autre bouge, dit des Princes (2), alimentait la bassine du Bureau de tabac (3), les fontaines particulières des Bénédictins, des Capucins, des Grandes Carmélites, des Annonciades, de la Salpêtrière, etc. (4).

DÉFECTUOSITÉS DES CAPTATIONS ET INCONVÉNIENTS DE LA DISTRIBUTION. — Le réseau d'eaux de sources tel qu'il avait été créé au temps des ducs de Lorraine présentait de très nombreuses défectuosités. Elles devaient malheureusement subsister jusqu'au milieu du XIX^e siècle, privant ainsi notre ville et sa population toujours croissante des nombreux avantages qu'elle aurait été en droit d'en recueillir et que sa situation privilégiée pouvait lui faire espérer.

Nous rappellerons donc ici brièvement les principaux inconvénients et leurs causes.

Ils ne devaient cesser qu'après les efforts entrepris au

(1) Il s'agit de la statue du Duc Charles III, fondateur de la Ville Neuve.

(2) Ses eaux étaient conduites, un moment, au palais ducal.

(3) Entrepôt situé sur l'emplacement actuel de la Prison, rue Charles III.

(4) Les eaux de Laxou et de la Péquelouze, qui ne furent amenées à Nancy que vers la fin du XVIII^e siècle, seront étudiées ultérieurement.

cours du siècle dernier, en vue d'unifier la distribution et de supprimer les abus que l'ancien système facilitait par trop.

Les nombreux filets d'eau qui, en s'écoulant à la base des éboulis, constituaient les sources dont nous venons de voir la première utilisation, étaient recueillis dans des bouges malheureusement très superficiels. Plusieurs d'entre eux étaient situés en bordure de la voie publique ou dans les dépendances de maisons d'habitation. La plupart n'étaient protégés des contaminations extérieures que par un tampon de bois souvent mal étanche.

Partant de ces bouges, des corps de bois emmenaient les eaux vers les bassines assurant la distribution en ville par fontaines publiques et par concessions particulières, assez nombreuses alors. Il en subsiste encore actuellement cent vingt-trois. Selon les documents et marchés de l'époque, les corps de bois mesuraient environ dix pieds de long et neuf pouces d'équarrissage (1). Ils étaient percés à trois pouces de calibre et on exigeait l'emploi de bois sains et nets, sans nœuds vicieux, sans aubier ni bois blanc.

Comme bien on pense, ces conditions n'étaient pas toujours respectées. Aussi, dès 1622, on propose de faire couler l'eau des fontaines dans des corps de terre cuite, car les nœuds existant trop souvent dans les corps de bois

... engendrent une herbe qu'on appelle « queue de renard » (2) qui avec le temps bouche le passage de l'eau...

Ces canalisations dont l'étanchéité douteuse provoquait toujours des pertes d'eaux importantes ou facilitait de dangereuses communications avec l'extérieur, couraient à quelques pieds de profondeur; parfois, ainsi que le mentionne

(1). Soit environ 3 m. 2 de long et 0 m. 24 de diamètre.

(2) Par l'orifice produit lorsqu'un nœud se détachait, les racines de divers végétaux croissant alentour (saules, aulnes, peupliers, etc.) s'introduisaient dans le corps de conduite et y prenaient un développement extraordinaire par suite des conditions très favorables qu'elles y rencontraient.

un rapport sur l'inspection des fontaines datant de la fin du XVIII^e siècle, elles se trouvaient à découvert :

... J'ai observé, dit l'enquêteur, que plusieurs habitants du faubourg de la République plaçaient leurs fumiers sur les files de corps ce qui empêche non seulement de voir s'il y a des défauts mais occasionne aussi un mauvais goût à l'eau...

Ailleurs, les conduites passaient sous des immeubles où il était matériellement impossible d'aller les visiter et où leur tracé souvent était même inconnu.

A la fin du XVIII^e siècle, il y avait 36.000 à 40.000 m. de corps de bois. Leur entretien à l'époque revenait annuellement à 600 francs et leur durée, de vingt ans au plus, nécessitait d'en remplacer, bon an mal an, de 1.800 à 2.000 m.

Les bassines qui collectaient le produit des diverses canalisations se composaient d'un vase en métal, partagé en autant de cases qu'il y avait d'orifices à alimenter. L'eau arrivait au centre de la bassine en se déversant avec une vitesse très faible, passait ensuite dans un ou plusieurs compartiments, de manière à former une nappe à peu près tranquille.

Cette nappe communiquait avec les cases à desservir au moyen d'orifices circulaires, dont la section était déterminée par la condition de débiter un volume donné sous une certaine charge. Ce système, excellent pour répartir entre divers usagers et dans un rapport donné un volume d'eau variable, ne convenait nullement pour distribuer à chaque concessionnaire le volume d'eau bien déterminé auquel il avait droit.

Les bassines en général étaient établies au plus à 2 ou 3 m. du sol et l'on perdait ainsi l'avantage qu'on aurait pu retirer, à l'époque, de la grande élévation des bouges au-dessus du niveau de la ville. L'exiguïté de ces bouges empêchait qu'on pût les utiliser comme réservoir d'eau et toutes les fontaines étant à écoulement continu, une grande quantité d'eau était inutilement perdue.

Enfin, sources de Boudonville, sources du Montet, et plus

tard sources de Laxou constituaient autant de réseaux distincts, isolés tout d'abord, mal reliés plus tard, ce qui rendait difficile ou même empêchait les parties de la ville souffrant d'un manque d'eau, de profiter de l'excès pouvant exister ailleurs.

MÉMOIRE DE NICOLAS, APOTHICAIRE. — Un important mémoire (1) de la fin du XVIII^e siècle résume la situation de notre réseau d'eaux de source à cette époque. Ce travail constitue, en même temps, la première enquête d'ensemble destinée à déterminer la valeur hygiénique de nos eaux d'alimentation. Il a trait aux recherches confiées en juin 1784 au chimiste NICOLAS (2) par le chevalier J.-B.-F. MOULINS DE LA PORTE, Conseiller du Roi et Intendant de Lorraine, à la suite d'un arrêt relatif aux fontaines de Nancy, rendu au Conseil d'État.

Son rapport débute par une longue critique des inconvénients que nous avons déjà signalés.

Des jaugeages qu'il entreprit au mois de septembre, époque la plus favorable aux concessionnaires, il résulte que ceux-ci recevaient environ un tiers en plus de l'eau à laquelle ils avaient droit. Pour toutes ces imperfections il propose d'heureuses modifications que les événements survenus au cours des années suivantes empêchèrent de mettre en œuvre.

Le compte rendu des analyses que NICOLAS effectua à ce moment, sur toutes les eaux employées à l'alimentation de Nancy, constitue, à notre avis, la partie la plus remarquable de ses observations. Nous pouvons ainsi juger, par la description qu'il en donne, des méthodes employées de son

(1) Arch. Municipales. DD. 69.

(2) P. F. NICOLAS (L.) était un des savants de l'époque les plus qualifiés pour mener à bien cet important travail. Apothicaire (*), et démonstrateur de chimie à la Faculté de Médecine, il était à la Révolution, docteur en médecine, professeur de chimie et médecin de la Maison de Réclusion. Il soutint une longue polémique, avec son confrère MANDEL, touchant l'eau soi-disant minérale du puits de la maison Isabey. Il s'illustra ultérieurement par ses belles recherches sur le Phosphore.

(*) COURBE (Ch.). *Promenade historique à travers les rues de Nancy*. Nancy, 1883, p. 110.

Plan de Nancy

Conduite
Des Eaux de la
Vieille

Conduite de

la source de la
"Abeille"

Copie de Conduite
Pour la Fontaine de la rue
"Duméril" à la Ville Vieille

Distribution

Des Eaux de la Ville Vieille

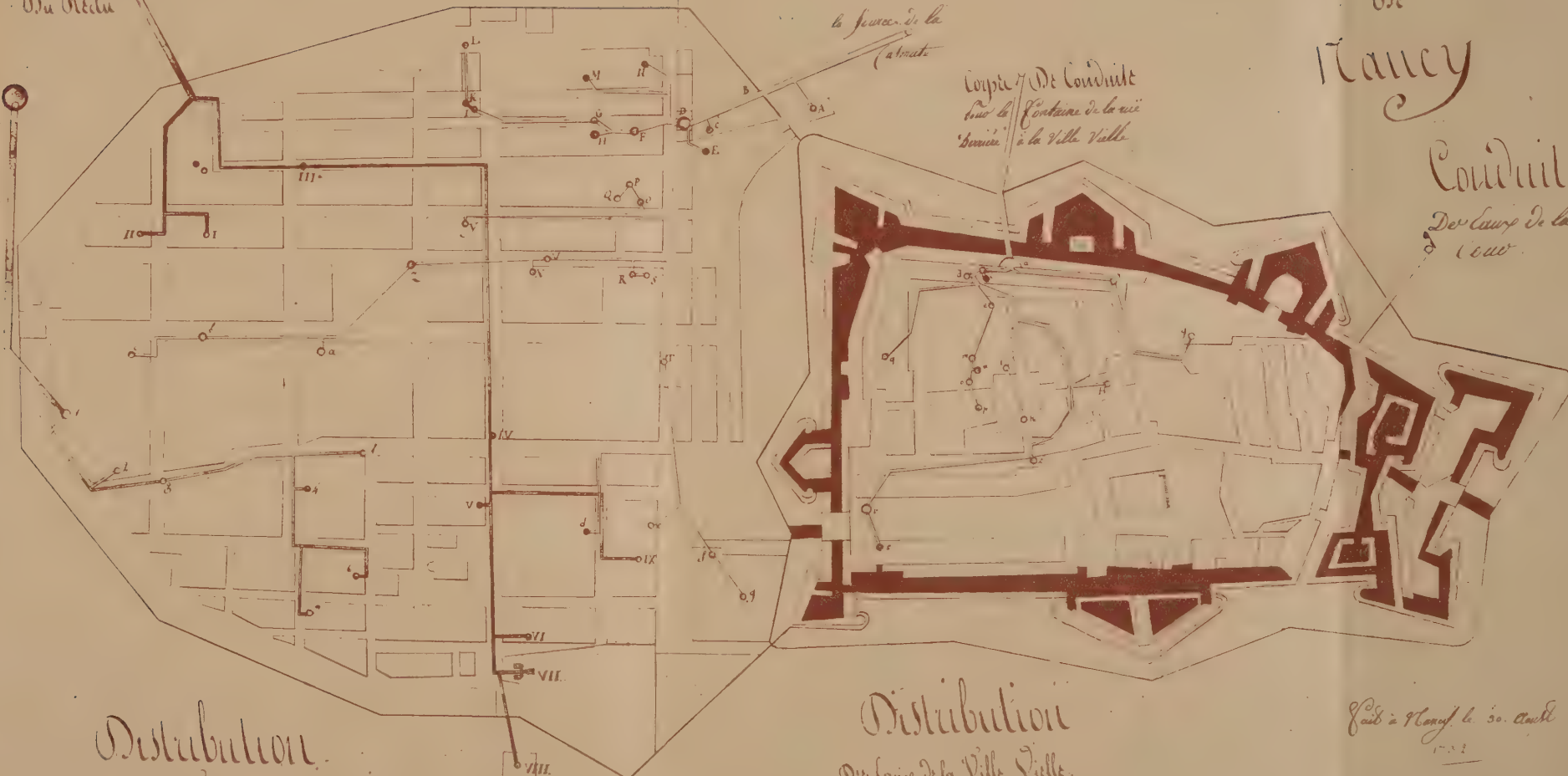
Fait à Nancy le 30. Août
1782

Voyez
Raboussin
Gm

Fontaine
Du Riedu

Distribution

Des Eaux de la Ville Neuve



Source de la Fontaine
Du Riedu

temps pour établir la potabilité d'une eau et il nous a paru intéressant de rapporter les principales de ses expériences. Elles constituent en effet un document important pour l'histoire de l'hydrologie et nous constaterons que bien des essais relatés forment encore, de nos jours, avec les modifications de technique nécessaires, la base d'une étude chimique de l'eau potable.

Les recherches consignées dans le mémoire portèrent sur les eaux de source de Boudonville (1), du Reclus, de Laxou, de la Malgrange, de la fontaine Saint-Thiébaud, de la Reclusion.

Nous citerons l'analyse de l'eau du bouge des Sœurs Grises à Boudonville, les essais effectués sur les autres sources du vallon ayant donné des résultats identiques.

NICOLAS s'attache tout d'abord à décrire les terrains d'où jaillit la source :

... La montagne à travers laquelle filtrent les eaux du bouge des Sœurs Grises est de seconde formation, ainsi que toutes celles dont Boudonville est entouré. Elles sont, pour la plupart, couvertes de vignes et de bois; la terre végétale qui se trouve à la superficie est d'un brun rougeâtre; elle se compose d'argile, de pierres calcaires broyées, d'un peu d'occhre et de sablon. Sous cette terre, on voit des bancs considérables de roches calcaires posées lits sur lits. On trouve aussi entre chaque lit de pierres, une couche très mince d'une argile calcaire, mélangée de marne chargée d'occhre.

L'eau du bouge de la Sœur Grise est claire et limpide et n'a ni saveur, ni odeur marquée.

Le 13 septembre, vers les huit heures de matin, j'ai plongé dans cette eau un thermomètre fait d'après les principes de Réaumur. Le mercure de cet instrument était en plein air à quinze degrés et demi; en quatre minutes d'immersion il est descendu à 9° et en quinze minutes à 7° 1/2. (Cette expérience répétée sur les eaux des fontaines publiques de la Grande-Rue, de Salm et de la Munitionnaire n'a donné que 11°).

La teinture de fleurs de mauve n'est pas sensiblement altérée par cette eau.

Elle dissout parfaitement le savon et cuit bien les légumes.

(1) La description des bouges, qui précède la relation des expériences, est à peu près conforme à celle que nous avons donnée, au début du chapitre, d'après le Procès-Verbal de 1640.

J'ai attaché une vessie assouplie et vidée d'air au col d'une bouteille pleine de cette eau et je l'ai laissée pendant un jour entier exposée à une chaleur un peu supérieure à celle de l'atmosphère; la vessie ne s'est pas sensiblement distendue, cependant le peu d'air qu'elle contenait, poussé sur de l'eau de chaux, lui communiqua un aspect laiteux.

L'eau de chaux mêlée à cette eau, lui donne à l'instant l'aspect laiteux.

La noix de galle n'y décèle pas la présence du fer.

Le sel de saturne dissous dans l'eau distillée, mêlé avec cette eau, la blanchit sur-le-champ et donne un précipité blanc.

NICOLAS procède ensuite à l'analyse par le feu dont voici les principaux essais :

J'ai mis en évaporation à diverses reprises dans une terrine de grès bien unie quarante pintes de cette eau, mesure de Paris, ayant pris, au préalable, la précaution de la faire passer au travers d'un papier-gris. Dès qu'elle acquérait environ 40° de chaleur, il s'élevait du fond de la terrine des bulles qui crevaient à la surface de la liqueur. L'instant d'après, on apercevait une pellicule blanche qui se précipitait à mesure qu'elle devenait prépondérante à l'eau. Ayant séparé ce précipité par filtration, je l'ai examiné et j'ai remarqué qu'il ressemblait à un amas de petits cristaux de figure irrégulière craquant sous la dent ; j'ai versé sur la moitié de ce précipité du vinaigre distillé, il s'est fait une vive effervescence et la dissolution a presque été complète, ce qui prouve que ce précipité est purement terreux et non séléniteux, comme on aurait pu le soupçonner.

Sur ce résidu, traité successivement par l'eau distillée, le vinaigre distillé et l'acide vitriolique, on déterminait qualitativement la présence des carbonates et du sulfate de chaux.

Cette eau, écrit l'auteur pour conclure, a la légèreté des eaux bonnes et potables.

Elle n'est ni gazeuse avec excès, ni séléniteuse, elle ne tient pas de fer en dissolution, ne contient ni sels vitrioliques, ni sels marins.

Les acides minéraux ne se rencontrent ni dans l'état libre ni dans celui de combinaison..... Cette eau contient environ 4 grains 1/4 d'une terre calcaire élaborée d'une manière particulière par la nature; cette terre est tenue en dissolution à la faveur de l'air fixe.

Selon NICOLAS, toutes les eaux analysées, sauf celles de

la fontaine de Saint-Thiébaut, avaient une origine semblable et une composition chimique identique.

Le savant apothicaire conclut l'exposé général de ses recherches par quelques réflexions sur la valeur hygiénique des eaux examinées :

Quoi qu'on ne puisse refuser, d'après tous nos essais analytiques, de ranger les eaux de Nancy dans la classe des eaux salubres, il s'en faut bien cependant qu'elles aient le degré de pureté et de légèreté de la plupart des eaux qui filtrent à travers les montagnes primitives et particulièrement de celles qu'on boit dans les Vosges.... Les eaux de nos fontaines sont pour la plupart, et surtout en été, d'une insipidité fade qui les rend désagréables et pesantes dans l'estomac; bues à leur source elles n'ont pas à beaucoup près les mêmes inconvénients; elles sont au contraire fraîches, légères, douées d'une saveur bien connue, et recherchée des personnes qui ne boivent que de l'eau.

Ces conclusions confirment bien les inconvénients que valaient à Nancy une captation et une distribution défectueuses. Avant d'étudier comment on parvint à réaliser, d'une part l'accroissement du volume, et d'autre part l'amélioration de la qualité des eaux potables nécessaires à la vie de la grande ville moderne, nous devons rappeler l'intéressante histoire d'une source, présumée médicinale, qui jouit longtemps auprès de nos concitoyens d'une insigne faveur.

Une Source minérale ferrugineuse à Nancy au XVII^e siècle.

Quoique de nos jours rien ne signale plus à l'attention du passant l'existence de cette source, son souvenir n'en est pas moins demeuré vivace dans l'esprit de nombre de nos concitoyens qui, s'ils ne l'ont pas connue fluente, en ont tout au moins entendu vanter les vertus qu'une longue tradition avait consacrées et que les recherches effectuées à la fin du siècle dernier, n'avaient pas réussi complètement à ruiner dans l'imagination populaire.

Il nous a paru intéressant de retracer l'histoire de cette fontaine qui, malgré son faible débit, n'en a pas moins joué un grand rôle pendant de longues années dans l'alimentation de Nancy en eaux de source. Les nombreux documents que la chronique et l'histoire ont conservés, nous sont d'ailleurs un gage de l'importance que lui concédèrent de nombreuses générations de Nancéiens.

C'est au pied de la côte où s'élevait, depuis une époque reculée, le faubourg Saint-Thiébaud, reliant la Ville Vieille à la Commanderie Saint-Jean du Vieil Aître, que, près de la décharge de l'Étang Saint-Jean coulait la source fameuse (1). Elle était proche du moulin de l'Estange, englobé dans l'enceinte de la Ville Neuve lorsqu'on éleva ses fortifications.

Dans les premières années du XVII^e siècle, les savants de l'époque s'inquiétèrent de vérifier et d'étudier les propriétés qui faisaient la réputation de ces eaux, mais il semble que depuis longtemps déjà les habitants des environs venaient

(1) COURBE (Ch.), *Les rues de Nancy*, 1886, t. 2, p. 185.

y chercher un remède à leurs maux. La reconnaissance des malades n'avait pas tardé à se manifester et Yolande d'Anjou, mère du Duc René II, décidait, quelques années après le siège de la ville, en 1477, d'élever une chapelle auprès de la source, sous l'invocation de Saint-Thiébaut. En effet, un acte du 14 mars 1482 (1) porte :

... Mandement au receveur des deniers de Madame la Duchesse, à plusieurs maçons pour le commencement de la chapelle Saint-Thiébaut devant Nancy, qu'elle avait intention faire,

et plus loin, de même :

... Payer à Mangin Noyer, maçon demeurant à Essey quatre-vingt quatre francs onze gros, sur certain ouvrage qu'il a fait de l'ordonnance de Madame la Duchesse, en une petite chapelle commencée à faire à Saint-Thiébaut devant Nancy que madite dame avait dévotion.

Certains auteurs ont indiqué que la source n'avait été découverte qu'en 1646, le long du ruisseau, au milieu d'un marais infect, entre le mur du cimetière Saint-Sébastien et le moulin; néanmoins, dès 1623, on s'inquiète de capter les eaux et de faciliter l'accès de la fontaine. En même temps on procède à l'assainissement des environs, comme en témoigne le marché passé à cette date avec Nicolas de Chamagne(2) :

... Pour toutes murailles nécessaires, depuis la source de la fontaine joignant le moulin Saint-Thiébaut jusqu'aux endroits où il conviendra de conduire ladite eau, et pour, en ladite source, mettre des corps de fontaine.

Quelques années plus tard, en septembre 1645 (3), on trouve mention d'une « Résolution pour le pavage du circuit de la fontaine médicinale de Saint-Thiébaut », selon avis

(1) LEPAGE (H.). *Les communes de la Meurthe*, t. 2, p. 121.

(2) Arch. Municipales, CC 692.

(3) LEPAGE (H.). *Transformations de Nancy*, Collin, 1879, p. 24.

de Siméon Drouin, maître sculpteur et architecte, qui démontre l'intérêt que l'on portait à ces eaux.

Elles allaient faire, d'ailleurs, l'objet d'une enquête confiée à quatre savants médecins de la cité. Le procès-verbal qui en fut établi constitue un document assez curieux sur la façon dont nos ancêtres déterminaient la qualité d'une eau, en même temps qu'il est le premier indice des efforts successifs que les administrateurs de la cité allaient poursuivre, au cours des années, pour doter la ville d'eaux abondantes et potables.

Pour ces deux motifs, je crois utile de reproduire le compte rendu d'expertise conservé aux Archives de la Ville (1) et qui est ainsi libellé :

« Avis de Messieurs les Médecins de Nancy touchant la fontaine minérale qui s'est trouvée près du moulin Saint-Thiébault.

« Les soubsignés, docteurs en médecine, demeurans à Nancy, convoqués par Messieurs les Conseillers au Conseil de Ville pour donner avis touchant les eaux minérales qui, depuis peu de temps, se sont découvertes entre la muraille du cimetière de la Chappelle de Saint-Thiébault et le ruisseau provenant de la chute du moulin dudict Saint-Thiébault ont, auparavant que dire leur opinion, tasché de recognoistre les facultés des choses qui font le meslange et composition de ceste eau minérale. Pour à quoy parvenir, ils se sont servis de deux voyes ordinaires : la première est, sans détruire le mixte, le laissant en son entier; la seconde est en le détruisant et réduisant aux principes dont il est composé.

« Pour le premier poinct, ils ont employé les sens de la veüe, du toucher, de l'odorat et du goust, sans oublier l'usage et les effects que lesdictes eaux produisent. L'autre poinct gist en la considération de la nature des lieux par où l'eau coule et en la dissolution et résolution de ladicte eau en ses principes, qui se fait, ou par la nature mesme, ou par l'artifice, et ce en trois

(1) Arch. Municipales, DD. 69.

façons : par coction, par légère évaporation à une chaleur très douce et à petit feu, à vaisseau découvert, et par distillation à vaisseau couvert et exactement bouché, afin qu'aucune substance ne s'exhale. Après tous lesquels examens et preuves, lesdicts consultants ont trouvé lesdictes eaux douées des facultés des divers minéraux, comme de vitriol, nitre, fer, et par conséquent, qu'elles contiennent toutes les vertus et facultés que l'on peut souhaiter pour la guérison des plus grandes, plus fâcheuses et rebelles maladies du foye, de la rate, des reins, du mésentère et de la matrice; ce qui les a induit à opiner qu'il estoit utile pour le public que lesdicts sieurs du Conseil de Ville fissent rechercher la source de ladicte fontaine et ce, de tant plus qu'il y avoit au mesme endroit, un marrest puant et corrompu, qui croupissoit de longues années, suffisant d'infecter toute la ville, dont la vuidange a été faicte pour mettre ladicte eau dans le point de sa pureté, la recherchant jusques à la terre forte. En foy de quoy, lesdicts déclarans se sont soubsignés, à Nancy, le premier jour de septembre 1646.»

D. PERRIN, C. VITOU, C. ROUSSELOT, LAMBERT.

Ainsi, la science officielle de l'époque semblait consacrer les propriétés déjà fameuses de la source; mais le renom dont allaient bénéficier les quatre savants leur attira bientôt un détracteur, en la personne d'un autre médecin, le sieur Fournier, qui, au cours d'une longue discussion (1) où il fait appel tour à tour à l'autorité d'Aristote, de Galien puis de Platon et de Dioscoride prétendit démontrer combien l'opinion de ses collègues, en encourageant la consommation de ces eaux, pouvait être nuisible à la santé publique.

Malgré ces doctes conclusions, et bien qu'il s'en soit défendu, on ne peut douter que la jalousie, bien plutôt que le souci de la santé publique n'ait motivé son intervention. Bien vaine s'il en fut, comme on l'allait voir dans les années qui suivirent.

(1) Arch. Municipales. DD. 69.

En effet, vers 1714, on accorde à l'Hôpital Saint-Charles tout proche, une concession d'une ligne d'eau (1) devant servir à l'usage des pauvres malades. BAGARD, dans une petite plaquette sur les eaux minérales de Nancy (2), nous a laissé quelques renseignements sur l'état de la fontaine avant la Révolution. Constatant que la Lorraine est bien pourvue d'eaux martiales ou ferrugineuses, il cite tout d'abord, avec les sources de Pont-à-Mousson, de Bussang et de Contrexéville, celle de Saint-Thiébaut.

Située au couchant, au pied de l'angle d'un cavalier du bastion Saint-Thiébaut de l'ancienne fortification de la Ville Neuve et qui subsiste encore en partie, cette eau s'écoule depuis la source par un canal en pierre de taille voûté, de la hauteur de trois ou quatre pieds venant aboutir en partie au bas de l'hôtel de la Gendarmerie et en partie au bas du ruisseau du moulin où on a construit un petit bouge ou auge carré.

Cette intéressante monographie nous renseigne en outre sur les qualités de l'eau qui coulait claire, brillante, fraîche, légère, d'une odeur vineuse et d'un saveur plus ou moins ferrugineuse, aigrelette et astringente.

LIONNOIS, dans son *Histoire de Nancy* (3), rapporte les essais qualitatifs assez grossiers que l'on effectuait sur les célèbres eaux et qui, malgré leur simplicité, n'en permettaient pas moins la mise en évidence de certains éléments minéraux.

En versant, dit-il, du sirop de violettes dans cette eau, elle devient verte. Par l'évaporation au soleil, elle dépose ses parties ferrugineuses qui ressemblent à un saffran de Mars et la poudre de noix de galle, mêlée avec cette eau fraîchement puisée, la teinte en rouge brun, ensuite noirâtre.

Une très ancienne tradition voulait qu'elle préservât des fièvres malignes qui, à l'époque, devaient faire de grands

(1) Soit 1 litre 1, à la minute.

(2) BAGARD. *Les eaux minérales de Nancy*. P. Antoine, Nancy, 1763.

(3) Abbé LIONNOIS. *Histoire des Villes Vieille et Neuve de Nancy, depuis leur fondation jusqu'en 1788*. 3 vol. Haener, 1805, t. 2, p. 496.

ravages dans les agglomérations environnant Nancy et que l'assèchement des fossés entourant la Ville Vieille avaient heureusement rendues moins fréquentes.

Le remède était simple et, dans les mois de chaleur, on pouvait voir nombre de personnes de tous les quartiers de la ville, se rendant de grand matin à cette fontaine avec leur gobelet et là, y buvant plusieurs rasades en se promenant hors la porte Saint-Jean.

Certains bourgeois de la cité n'avaient pas hésité à répandre au loin la renommée de notre source ferrugineuse et l'on rapporte (1), qu'au milieu du XVIII^e siècle, il se faisait tous les quinze jours, pendant la saison convenable, des envois réguliers de plusieurs tonneaux de ces eaux aux extrémités de la province et jusque dans la Lorraine allemande.

La fontaine Saint-Thiébaud jouissait donc, à cette époque, d'une réputation solide que les recherches ultérieures n'ébranlèrent que très difficilement. NICOLAS, qui ainsi qu'on l'a vu, entreprit peu avant la Révolution une enquête très sérieuse sur nos eaux de source, n'avait pas manqué d'examiner la célèbre fontaine. Ses conclusions prouvent que, déjà à cette époque, les esprits éclairés ne partageaient plus à son endroit les illusions du peuple.

Il s'en faut bien, dit-il (2), que les eaux de la fontaine Saint-Thiébaud soient les seules à Nancy qui jouissent de propriétés martiales ferrugineuses. L'eau des puits de plusieurs citoyens est dans le même cas et convient tout aussi bien qu'elle dans certaines indispositions mais, comme le réceptacle de ces eaux est situé dans des lieux bas, elles doivent être exposées à différentes altérations, ce qui fait qu'on ne peut compter avec certitude sur leurs vertus médicinales et qu'on doit donner la préférence aux eaux minérales mieux exposées.

Cette opinion confirmait d'ailleurs les résultats d'une enquête déjà plus ancienne faite en 1763 par BAGARD, alors

(1) *Vallerius Lotharingæ*. 1769, p. 184.

(2) Arch. Municipales. DD. 69.

président du Collège de Médecine, et reprise quelques années plus tard par le D^r LAFLIZE (1).

Le XIX^e siècle, avec les progrès de la chimie, devait voir se préciser les recherches tendant à établir nettement, pour ces eaux, ce qui était du domaine de l'imagination et ce que l'on pouvait éventuellement en attendre au point de vue thérapeutique.

Dès 1810, le célèbre agronome MATHIEU DE DOMBASLE, nous donne un aperçu de leur composition qui, sauf sur un point, se rapproche assez des chiffres que les analyses plus récentes ont confirmés.

Voici en effet les résultats auxquels ses recherches l'avaient conduit :

Co ³ Ca.....	0gr35
Co ³ Fe.....	0gr04
So ⁴ Ca.....	0gr33
NaCl.....	0gr04
Résidu total.....	0gr76

De ces différents éléments nous retiendrons seulement le carbonate de fer dont la teneur relativement importante fut, ultérieurement, l'objet d'intéressantes expériences.

A cette époque le public nancéen voyait avec peine l'état de délabrement dans lequel était tombée la fontaine et comprenait mal la négligence qui, depuis la mort de Stanislas, avait laissé transformer les abords de la précieuse source, toujours très en faveur, en un lieu sale et bourbeux, d'accès difficile, voisin d'égouts et des fumiers du quartier de cavalerie Saint-Jean (ancien hôtel de la Gendarmerie).

Au cours du siècle, nous aurons plusieurs fois l'occasion de noter les protestations que faisait naître pareil abandon.

En 1869, GUYOT, alors préparateur de NICLÈS, examina de nouveau les eaux de Saint-Thiébaud et y trouva égale-

(1) D^r LAFLIZE, *De aere, locis et aquis Nanceianis*. 1771. (Traduction du D^r PILLEMENT).

ment une quantité assez forte de carbonate de fer soit 0^m02. M. le Professeur GARNIER, quelques années plus tard, devait trouver un chiffre tout différent, et très vraisemblable, si l'on considère l'origine géologique de cette source. Cette ultime enquête fut entreprise à la suite d'une série d'articles parus dans les journaux de l'époque et dont COURBE, dans son ouvrage sur *Les rues de Nancy* (1), nous donne un plaisant extrait montrant que les fidèles de la vieille source de Saint-Thiébaud étaient encore bien résolus.

On ignore trop, à Nancy nous dit-il, les services qu'elle a rendus et qu'elle pourrait rendre encore à la santé publique si elle était tant soit peu recommandée, mais la municipalité, qui compte cependant dans son sein d'éminents docteurs, professeurs à la Faculté, chimistes, économistes, n'a pas l'air de se soucier beaucoup de l'influence des eaux ferrugineuses de la fontaine Saint-Thiébaud sur les malades incapables d'aller en boire à Plombières, Luxeuil ou autres lieux plus éloignés, voire même sur la côte de Mousson.

La fontaine de Saint-Thiébaud en 1880, époque de la dernière analyse, était située dans une sorte de cave, en retour sous la rue à laquelle elle était perpendiculaire. On y accédait par un escalier dont un côté était appuyé aux fondations de la caserne. Une grande auge de pierre faisait face à l'escalier et l'eau s'y déversait par deux orifices.

Son périmètre d'alimentation étant situé en plein centre d'une ville, dont le sous-sol se trouve forcément pollué en grand, cette source ne pouvait plus fournir aucune des garanties que nous exigeons aujourd'hui des eaux potables. C'est ainsi que les analyses bactériologiques faites par M. le Professeur MACÉ avaient pu établir, dès 1890, la contamination des eaux de la fameuse fontaine médicinale.

Nous avons tenu à nous rendre compte de la minéralisation exacte de cette source et nous sommes arrivés à des résultats très voisins de ceux de M. le Professeur GARNIER, si on tient compte des saisons différentes auxquelles nos

(1) COURBE (Ch.). *Les rues de Nancy*, 1886, t. II, p. 187.

essais ont été effectués. Alors que ce distingué chimiste avait trouvé après plusieurs essais une teneur moyenne de 0,00285 % en $\text{Fe}^{2+}\text{O}^{3-}$, nous sommes arrivé au chiffre de 0,00243 %.

Voici, d'ailleurs, l'ensemble de nos résultats. Comparativement, nous citerons quelques-uns de ceux obtenus par M. le Professeur GARNIER :

	Notre analyse Février 1927	Analyse du D ^r Garnier Octobre 1880
Degré hydrotimétrique total.....	43°	48°
— — permanent...	20°	24°
— alcalimétrique total.....	315	»
— — permanent...	40	»
Gaz carbonique total.....	385	»
— — combiné.....	138,6	»
— — libre et demi-combiné	246,4	libre 277
Coefficient d'altérabilité.....	0,25	»
Azote ammoniacal.....	traces	»
— nitreux.....	0	»
— nitrique.....	1,9	»
Sulfate de chaux.....	285,3	348
Nitrate de chaux.....	2,47	»
Carbonate de chaux.....	248,57	337,4
Chlorure de sodium.....	50,2	»
Carbonate de magnésie.....	50,8	54,6
Silice.....	15,8	26,4
Alumine.....	4,57	»
Oxyde de fer.....	2,43	2,85
Résidu total (110°).....	735	853
Perte au rouge.....	67	»
Température de l'eau.....	9°5	»
— de l'air.....	3°	»
Matière organique { Milieu acide ...	1,8	»
— alcalin...	1,1	»

Envisageant l'ensemble de ces résultats, nous en concluons que la réputation de la fontaine médicinale de Saint-Thiébaud était tout à fait usurpée.

Issues vraisemblablement des assises sinémuriennes à

calcaires pyriteux, ces eaux peuvent, en outre, recevoir quelques apports des bancs schisteux et argilo-sableux supérieurs.

Leur minéralisation exagérée s'explique aisément par l'oxydation des pyrites formant du sulfate de chaux et libérant de l'oxyde de fer dont l'excès insoluble se dépose en flocons ténus. Nombreuses sont d'ailleurs dans notre région les sources de ce genre.

La source de Saint-Thiébaud, qui n'est plus aujourd'hui qu'un souvenir déjà mêlé de légende dans l'esprit de quelques vieux Nancéiens, ne coule plus à ciel ouvert. Détournée de son cours, en 1900, elle porte maintenant ses eaux au grand égout collecteur qui a remplacé l'ancien ruisseau du Moulin Saint-Thiébaud.

Les Sources communales au XIX^e siècle

Sources particulières.

Nancy, dans les premières années du XIX^e siècle, comptait environ 30.000 habitants (1). Cette population n'avait à sa disposition que trente fontaines publiques qui ne recevaient, bien souvent, que l'excédent des eaux lorsque toutes les concessions particulières, assez nombreuses comme on l'a vu, avaient été servies. Les fontaines étaient nécessaires à la vie des établissements religieux et hospitaliers, florissants alors dans notre ville. Ces couvents tenaient leurs eaux de la munificence des Ducs de Lorraine — ou de la charité de la commune. En effet, en autorisant leur fondation on s'engageait à les fournir d'eau. C'était d'ailleurs chose facile à l'époque, la quantité dont on pouvait disposer étant largement suffisante pour les besoins des établissements privés et des habitants encore peu nombreux (2).

Plus des trois quarts des eaux devant alimenter la commune étaient ainsi accaparées; il en résultait une grande gêne, que l'accroissement de la population rendait chaque jour plus vive, et qui se traduisait par de multiples réclamations dont on retrouve trace à chaque instant en consultant les documents de cette époque.

Malgré quelques nouvelles amenées d'eau que nous allons

(1) Arch. Municipales. BB 30, f^o 101.

(2) En 1754, à la suite d'une visite générale des bouges, il y avait encore par minute un volume de 472 lignes d'eau (soit 520 l.) excédant les besoins de la ville et des concessions particulières. On procède d'ailleurs, à cette époque, à l'adjudication de nombreuses concessions. (Arch. Départementales. Série O. Nancy-Eaux et fontaines).

brèvement relater, la situation ne parvint pas à s'améliorer. Les vastes projets étudiés et mis en œuvre dans ces trente dernières années devaient seuls conduire à des solutions acceptables.

SOURCES COMMUNALES

EAUX DE LA CÔTE DE TOUL. — Au temps où vignes et jardins couvraient les pentes du promontoire de Buthegnémont, plusieurs sources s'échappaient de la base des affleurements bajociens. D'après un document, datant de 1756, elles coulaient vis-à-vis le mur de clôture du Vert-Bois, dans le fossé de l'ancienne chaussée de Toul à Nancy et formaient à cette époque une mare au bas du chemin creux de la Foucotte. Elles furent captées par des propriétaires des environs qui les utilisaient pour agrémenter leurs résidences, malgré les protestations des jardiniers et vignerons du voisinage auxquels elles étaient indispensables. La Ville n'avait jusqu'alors jamais songé à utiliser ces eaux. Lorsque fut créé le cimetière de Préville, une galerie d'assainissement creusée à 4 ou 5 m. de profondeur dans le chemin de la Côte recoupa tous ces filets d'eau et on les collecta dans un réservoir de quelques mètres cubes.

Ces eaux de source, paraissant de bonne qualité mais peu abondantes, alimentaient quelques fontaines rue de Toul, et rue Victor-Hugo. Elles ne sont plus utilisées depuis 1880.

SOURCES DE PIXERÉCOURT. — Bien avant que les projets modernes n'aient fait entrevoir la possibilité d'amener à Nancy les eaux des nappes infrabajociennes coulant à la base des collines situées au Nord de la ville, plateau de Malzéville et côtes de la rive droite de l'Amezule, on avait tenté d'y trouver un appoint pour l'alimentation en eaux de source. Ainsi que l'établissent d'anciens documents, deux sources coulant sur les territoires de Pixérécourt et de Malzéville, étaient captées dès le milieu du

XVIII^e siècle. Les eaux de Pixérécourt formaient la source de la Péquiouse, ou Pételouze, située sur l'accotement du chemin de grande communication n^o 7; celles de Malzéville provenaient du bouge de la Croix ou du Velchot. C'est par l'arrêt du Conseil Royal des finances et du commerce en date du 9 février 1759 (1) que Stanislas, Duc de Lorraine, en cédant à Nancy les sources et files de corps conduisant les eaux aux fontaines de la Place Royale, établit les droits de la ville sur ces sources. Aux termes de la donation, ces eaux devaient être spécialement réservées à l'usage des services publics, aussi, lorsqu'en 1764 on édifia l'actuelle caserne Sainte-Catherine, les eaux de Pixérécourt lui furent affectées et l'autorité militaire entretint cette captation jusqu'en 1815 (2).

La ville de Nancy a d'ailleurs renoncé actuellement à toute utilisation de ces sources en raison de leur faible débit qui, en étiage, descend à 1 litre par seconde.

EAUX DE LAXOU. — C'est à la même époque qu'on commença d'amener à Nancy les sources qui coulaient nombreuses du flanc du coteau de Beaugard, où s'étagé la commune de Laxou, et qui y favorisaient l'industrie séculaire du pays : la blanchisserie. Primitivement, une seule d'entre elles était captée; ses eaux recueillies dans un bouge qui se voit encore à l'angle sud-est de la propriété Cuny, place du Jet d'Eau, alimentaient de temps immémorial la fontaine communale. Lorsque le roi Stanislas vint s'installer en Lorraine, les habitants de Laxou lui firent don, à titre personnel, de l'excédent de ces eaux (3) et le souverain utilisa cette « rémanence » pour les fontaines qu'il faisait édifier sur la place Royale. Recueillies dans un bouge, dit « bouge de réunion du village » (4), ces eaux coulaient ensuite vers

(1) Arch. Municipales. Recueil des établissements faits par le Roi Stanislas pour l'embellissement de la Ville de Nancy.

(2) Arch. Municipales. Dossiers modernes. Pixérécourt.

(3) Arch. Municipales. D. 506.

(4) Situé actuellement, au commencement de la rue E. Grosjean.

Nancy dans des corps de bois. Quelques années plus tard, par le même arrêt du 9 février 1759, déjà cité, Stanislas les abandonna à la Ville.

Vers 1768, Nancy entreprit de capter une autre source, dite de Laval, arrivant dans un bouge situé à l'extrémité ouest du village, en bordure du chemin de la Forêt, et dont le produit était partagé, pour les $\frac{2}{5}$ du volume, avec le génie militaire. Conduites également dans le bouge de réunion du village, ces eaux arrivaient à Nancy à la bassine de la porte Stanislas.

Le volume total ainsi recueilli n'était pas très considérable; une ordonnance du Gouverneur de Lorraine, de juillet 1774, indique, en effet, un débit de trois pouces à la minute, soit 391.9.

C'est en 1823 et en 1839 que la ville entreprit les principales recherches qui devaient compléter le réseau des eaux de source qu'elle recueillait sur le territoire de Laxou. Nancy acheta tout d'abord le produit de la source Chauvot dont, en 1822, elle construisit le bouge situé partie sous une habitation et partie sous la voie publique, place du Jet d'Eau. En même temps deux autres sources coulant dans un jardin situé au bas du village lui étaient cédées par Wallet de Merville, avocat à la Cour Royale. Quelques années plus tard, les travaux entrepris par un particulier firent baisser de façon notable le produit des captations antérieures et les sources, qui en 1833 fournissaient un volume total de 159 l. 7 à la minute, n'en donnaient plus que 39 l. 5 l'année suivante.

Aussi, en 1839, Nancy acquit les droits de recherche et de captage des nouvelles eaux pouvant exister dans la propriété Antoine, proche du premier bouge de Laval.

Malgré ces nouveaux travaux, la quantité d'eau que fournissait le groupe de sources de Laxou ne constitua jamais un apport très important pour l'alimentation de notre ville. Bientôt, d'ailleurs, le volume fourni baissa de nouveau et on peut attribuer ces variations à trois causes principales : le déboisement, les bouleversements provoqués par l'ex-

exploitation des concessions minières et surtout, l'important captage effectué vers 1860 par la commune de Laxou, en amont de ceux de Nancy.

Lorsqu'on commença d'amener à Nancy les eaux du vallon de l'Asnée, on en brancha la conduite, en tôle bituminée de 0 m. 215 de diamètre, sur la conduite des eaux de Laxou qui n'avait que 0 m. 12. La différence de pression qui en résulta fit refluer dans leurs bouges les eaux de Laxou et les empêcha alors d'arriver à Nancy.

Bien qu'on eut, ultérieurement, construit une conduite spéciale pour les nouvelles eaux de l'Asnée, celles de Laxou ne contribuent plus aujourd'hui à l'alimentation en eaux potables de Nancy. En effet, en 1902, au moment où la ville prévoyait l'adduction des eaux très pures et abondantes de la forêt de Haye, elle rétrocéda en totalité à Laxou les droits qu'elle s'était successivement acquis sur une partie des sources de cette commune.

Il eut fallu, pour les conserver de nos jours dans la distribution, envisager des travaux importants qui les soustraient aux causes de contamination éventuelles, par trop nombreuses dans l'état actuel de la captation dont les drains, profonds de 1 à 3 m. seulement, sont maintenant environnés d'habitations. M. IMBEAUX, dans sa thèse, en 1897, proposait déjà la construction d'une galerie parallèle au pied du coteau et recoupant tous les filets d'eau (1).

Nous avons tenu au cours de notre enquête à connaître la valeur exacte de ces eaux. Les trois analyses dont nous donnons plus loin les résultats et l'interprétation confirment notre opinion.

CAPTAGE DE LA MALGRANGE ET DE NABÉCOR

LA MALGRANGE. — Les premiers drainages établis dans les alluvions anciennes formant la partie supérieure du plateau de la Malgrange, remontent à une époque déjà

(1) IMBEAUX (Ed.), *loc. cit.*, p. 85.

lointaine. Ce plateau, de forme elliptique, que limitent au nord le ruisseau de Bonsecours, au sud celui de Pré-Teint, mesure environ 2 km. de long sur 1 km. de large. Les terrains perméables qui collectent l'eau sont constitués par un mélange irrégulier de gravier et de sable plus ou moins argileux, reposant sur les marnes imperméables du lias que l'on rencontre dans les fouilles, à quelques mètres de profondeur. Les eaux, primitivement recueillies par des drains de pierre sèche dont on ne connaît pas le tracé, étaient rassemblées dans un bouge unique, établi dans un terrain appartenant au séminaire, à une centaine de mètres au sud-est de la route de Nancy à Épinal. De là, elles alimentaient les fontaines du faubourg Saint-Pierre.

Pour remédier à une diminution considérable du débit de ces drainages, l'Administration municipale fit opérer, vers 1835, de nouvelles fouilles dans une portion de terrain avoisinant celle où est situé l'ancien bouge qui, trop près de la surface, fut supprimé. Un nouveau bouge dit « des champs » fut construit à une cinquantaine de mètres du précédent et relié à la conduite principale. Les eaux, conduites à un réservoir de 60 m³ n'alimentent plus, aujourd'hui, que deux fontaines publiques, rue de Bonsecours.

Recueillies dans des terres cultivées, ces eaux, bien que très superficielles paraissent être de qualité acceptable en temps ordinaire. Nous les avons étudiées à des époques différentes et nous donnons plus loin leur composition. Le volume fourni n'a jamais été bien considérable. En 1909, elles donnaient 15 litres environ par minute.

NABÉCOR. — Bien minime également était le volume fourni par les drainages de Nabécor. Établis dans le grès médioliasique, qui affleure à cet endroit, ils furent au début l'œuvre des premiers propriétaires désirant assainir leurs terrains.

Trois bouges collectaient primitivement ces eaux. De nos jours, seules les eaux recueillies dans le bouge Olry, construit sous la maison d'octroi de la rue de Nabécor, alimen-

tent encore le parc municipal de la rue de Strasbourg. Très superficielles, ces eaux ont été reconnues contaminées à plusieurs reprises.

SOURCES DU MONTET ET DE VANDŒUVRE. —

Depuis les premières recherches et captages, effectués à l'époque des Ducs de Lorraine et principalement sous Charles IV, comme nous l'avons vu, on se contentait de recueillir, par des drains profonds au plus de 1 m. 50, les eaux superficielles issues des marnes toarciennes dans deux groupes de bouges alimentant les files capitales des Princes et du Lavoir. Dans le premier quart du XIX^e siècle, les sources du Montet, particulièrement celles des Princes qui fournissaient l'eau à plusieurs établissements communaux et départementaux (prison, maison de secours), virent leur débit décroître dans de fortes proportions, du fait que les propriétaires de sources voisines de celles de la Ville augmentèrent le nombre et la profondeur de leurs canalisations. Aussi, en 1828, la Ville acheta le droit de rechercher les eaux de source dans le domaine du Reclus. Cependant, les travaux de captation les plus importants ne furent guère entrepris que vers 1860. A cette époque, on exécuta sous les éboulis de la côte du Montet une galerie d'environ 280 m. de longueur, à gauche de l'ancienne route nationale. Un puits profond de 8 m. permet d'accéder au bouge terminal, à hauteur de la ferme du Reclus.

Ces eaux, captées dans de bonnes conditions, sont de qualité satisfaisante. Malheureusement la Ville ne dispose que de la moitié du débit de cette galerie, le reste appartenant à différents concessionnaires ; de plus, les captations effectuées par M. NEUKOM à un niveau un peu supérieur ont amené une diminution assez importante du volume fourni.

Actuellement, les eaux provenant des bouges drainant les prairies et terrains de culture situés à droite de l'ancienne route (groupe des bouges du Lavoir), exposées aux contaminations éventuelles de toutes les eaux de surface,

n'alimentent plus qu'une concession, à la ferme de la Chiennerie. Elles ne fournissaient d'ailleurs, qu'environ le quart du débit total de la captation. Elles sont depuis longtemps considérées comme douteuses et l'analyse que nous en avons effectuée confirme cette opinion. Les eaux de la galerie, de bonne qualité, dont le débit actuel est encore d'environ 120 litres à la minute, furent reliées un certain temps aux canalisations de l'eau de l'Asnée; aujourd'hui, elles n'alimentent plus que quelques fontaines publiques et concessions particulières rue du Montet (à la Sainte-Enfance, et dans l'ancienne propriété Villard).

RECHERCHES DANS LE VAL DE BOUDONVILLE SOUS LES CHEMINS DE LA CULOTTE ET DES SIFFLETS

Lorsque PUGNIÈRES entreprit la réfection du réseau d'eaux de source en 1866, en même temps qu'il proposait diverses améliorations permettant une meilleure utilisation des ressources existantes, il mit en œuvre des recherches devant augmenter le volume des eaux fournies par les captations de Boudonville.

Comme nous l'avons vu, les travaux entrepris précédemment, très incomplets, laissaient s'échapper une bonne partie des eaux; aussi conçut-il le projet de recouper tous les filets par une galerie transversale. Il fut, par la suite, amené à l'établir perpendiculairement au thalweg, en deux tronçons situés sous les sentiers de la Culotte et des Sifflets. Encastées au moins en partie par leur pied dans la marne liasique, ces galeries descendaient à une profondeur de 6 à 8 m. et leur développement total était de 307 m. Le résultat fut une augmentation de débit de 240 litres par minute, en basses eaux.

On nous permettra ici de rappeler le passage à Nancy, quelques années avant ces travaux, de l'Abbé PARAMELLE, hydrologue fameux en son temps. Il s'était acquis une réputation notoire par l'habileté avec laquelle il parvenait à décélérer la présence des sources ou des nappes souterraines.

Sa méthode (1), basée sur une connaissance approfondie des couches géologiques et des nappes aquifères, n'était qu'un début d'application des principes qui, de nos jours, doivent présider à toute adduction d'eau. Ses succès multiples semblaient un peu merveilleux à l'époque. Néanmoins les pouvoirs publics le consultaient fréquemment et, pour le département de la Meurthe, une circulaire préfectorale de mai 1845 (2) invite même les municipalités à recourir à la science du célèbre « hydroscope ».

NOËL, maire de Nancy à l'époque, dressa une liste des territoires où il serait utile de rechercher l'eau; on y voit figurer justement le chemin de la Colline, dans sa partie supérieure, à partir de la Croix d'Auxonne. L'Abbé PARAMELLE se rendit au désir de la municipalité en novembre 1847 et indiqua quelques points d'eau. Voici le curieux reçu imprimé constatant la visite et ses résultats :

Le vingt-deux novembre dix-huit cent quarante-sept j'ai reçu de M. Noël, maire de Nancy, agissant pour la commune, la somme de cinquante francs pour l'indication d'une source au chemin des Sifflets, m'obligeant à les rendre si, au lieu fixé, et à moins de cinq mètres cinq décimètres, il ne s'en trouve pas une plus que suffisante pour tous les besoins des deux cents maisons; néanmoins, si le creux tel qu'il est tracé n'est pas fait d'ici un an la somme me sera irrévocablement acquise. Le même jour j'ai reçu de même, cinquante francs, pour avoir indiqué une autre source communale au bouge Noël à Boudonville, profonde de moins de sept mètres et plus que suffisante pour 130 maisons.

Signé : Abbé PARAMELLE.

SOURCES DE L'ASNÉE. — Le plateau bajocien qui limite à l'ouest l'horizon nancéen s'avance, à hauteur de Villers, en un promontoire dénommé la Montagne, sur lequel est bâti le village. Du versant nord-ouest s'écoulent plusieurs sources naturelles recueillant les eaux drainées par le vaste plateau calcaire supérieur. Elles jaillissent, au bas du coteau, des marnes supraliasiques et, traversant le parc du château de Montjoie, actionnaient jadis un moulin.

(1) Abbé PARAMELLE, *L'art de découvrir les sources*, 1856, Dalmont, Paris.

(2) Arch. Municipales, D. 501.

Toujours à la recherche de nouvelles eaux potables, la Ville de Nancy, en 1854, acheta les eaux dites du Moulin de l'Asnée provenant de trois sources principales. Les analyses effectuées à l'époque (1) leur attribuaient une composition chimique semblable à celle des eaux de Boudonville et de Laxou; l'apport nouveau, de qualité satisfaisante et supérieur d'après les premières estimations au volume total fourni par les autres réseaux, semblait devoir, pour longtemps, résoudre l'important problème de l'eau potable. Malheureusement le débit réel fut loin d'atteindre celui qu'on escomptait au début; dès 1862 on entreprit de nouvelles captations et, à l'heure actuelle, les eaux de l'Asnée sont fournies par trois drains principaux, de 2 à 3 m. de profondeur, et d'une longueur de 40 à 80 m.

Ces drains aboutissent à un réceptacle, situé un peu en contre-haut du château, et les eaux partent finalement d'un bouge inférieur situé à la cote 244,16. Toutes ces captations, effectuées en contre-bas d'un village, collectant des eaux qui traversent un calcaire fissuré, étaient à la merci d'une pollution dangereuse. Cette éventualité, qui se réalisa en juin 1896 et provoqua à Nancy une épidémie de fièvre typhoïde, a obligé l'administration à prendre certaines précautions; aussi les eaux de l'Asnée pour lesquelles on avait, en 1896, construit un réservoir à Santifontaine, sur le territoire de Laxou (cote 241), subissent-elles une purification préalable avant d'être lancées dans la distribution. Nous décrirons, dans le chapitre spécial de l'alimentation actuelle, le système de filtration employé, et nous indiquerons la valeur de ces eaux basée sur les résultats de nos expériences personnelles.

(1) Analyses effectuées par Braconnot (H.). Résultats semblables à ceux donnés dans son « Analyse comparative de l'eau des quatre principales sources alimentant les fontaines de Nancy » (*Mémoires de la Société Royale des Sciences, Lettres et Arts de Nancy*, 1841, p. 33).

SOURCES PARTICULIÈRES

Nous étudierons ici deux importantes captations d'eau effectuées par des particuliers et les sources, très peu nombreuses, qui prennent naissance dans des propriétés privées et n'alimentent de ce fait qu'une fraction très minime de la population. Ces quelques sources résultent des travaux entrepris jadis pour agrémenter les résidences ou fertiliser les jardins et les vignes des environs immédiats de Nancy. Ces eaux ont généralement une minéralisation différente de celle des sources étudiées précédemment car souvent elles n'ont pas été recueillies dans les mêmes conditions; aussi leur étude ne pouvait manquer de constituer une partie intéressante de nos recherches. En ville même, il n'y eut jamais à vrai dire de sources particulières. En effet, si nous en croyons une enquête (1) commencée jadis par H. BECHMANN, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Nancy compte certainement parmi les sept villes qu'il cite comme possédant, dès le ^{xvii}^e siècle, leur distribution d'eau. Les concessions particulières déjà étudiées, alimentées par le réseau communal, sont demeurées inaliénables et font toujours partie de la distribution générale.

EAUX THIÉRY, DRAINAGES DE BRICHAMBEAU ET DU BON COIN. — Vers le milieu du ^{xix}^e siècle, malgré toutes les acquisitions faites, le volume des eaux de source, comme nous l'avons montré, était très insuffisant. Aussi un particulier, le fontainier THIÉRY, eut-il l'idée de capter les eaux qui pouvaient exister dans les terres d'alluvions argilo-sableuses avoisinant la ferme de Brichambeau. Un décret impérial, du 15 juillet 1858, autorisa le séminaire diocésain à lui concéder le droit de recherche. La captation fut constituée par une série de drains établis sur les deux rives du ruisseau de Brichambeau. Peu profonds pour la plupart, ils avaient un développement de 1.270 m. 8 sur la rive droite et de 1.113 m. 65 sur la rive gauche.

(1) COREIL (F.). *L'eau potable*. Paris, Baillière, 1895, p. 5.

Les eaux recueillies étaient collectées primitivement dans quatre bouges puis se rendaient dans une bassine, située à l'extrémité de la rue de Strasbourg, dans la maison de retraite des prêtres diocésains, qui était le point de départ de la distribution. L'eau fournie à l'origine aux quelques quatre-vingt-cinq concessionnaires des eaux de Brichambeau était de qualité très diverse, ainsi que le mentionne BRACONNIER dans un rapport du mois d'avril 1868. Il admettait, en effet, que la majeure partie des drains de droite recueillait de l'eau provenant du ruisseau de Brichambeau, c'est-à-dire, l'eau ayant pu balayer les égouts et cassis de Vandœuvre. D'autre part, certains drains qui n'étaient établis qu'à 1 m. 50 ou 2 m. de profondeur, fournissaient une eau se troublant facilement, dès la moindre pluie d'orage. On pouvait donc estimer à 774 m., au plus, la longueur des drains dont l'eau était acceptable. Ils fournissaient à l'époque 325 litres à la minute. Malgré ces graves inconvénients les eaux Thiéry jouirent de suite d'un grand succès auprès de nombre de nos concitoyens.

La Ville de Nancy envisagea un moment l'achat de ces eaux ; mais le niveau trop bas de la captation (cote de départ de l'eau au bouge, 218,71) ne permettant d'alimenter qu'une partie restreinte de la ville, on abandonna le projet.

Les eaux de Brichambeau sont recueillies actuellement dans un seul bouge situé sur la rive gauche du ruisseau de ce nom, à hauteur de la ferme. De nombreux drains ont été supprimés et ceux que l'on a conservés s'étendent dans les terres que bornent, au nord-ouest, le quartier d'artillerie et le stand de tir. Le débit des captations a d'ailleurs fortement baissé. Des différents jaugeages que nous avons pu consulter il résulte que le volume fourni, qui a diminué progressivement, atteint aujourd'hui environ 300 litres à la minute. Voici les chiffres les plus récents que nous a obligeamment communiqués M. DELANIZEUL, successeur du fontainier THIÉRY. En 1910, il était vendu à 95 concessionnaires un total de 237 litres ; ce chiffre, en 1926, était tombé à 173 litres que se partageaient 67 concessionnaires établis

surtout dans les II^e et IV^e sections, quartiers de la rue de Strasbourg, de la rue Saint-Dizier et de la Cathédrale. Depuis l'adduction des eaux de la Moselle, on s'est peu à peu désintéressé de ces captations. En effet, elles ne peuvent alimenter à l'étage que peu d'immeubles et le réseau des canalisations est déjà ancien. Enfin pour une eau de boisson, elles sont de qualité très douteuse, médiocre même pour beaucoup d'usages domestiques. Les essais dont nous consignons plus loin les résultats le montrent clairement et confirment l'opinion déjà émise à leur endroit par BRACONNIER, RITTER et M. le D^r IMBEAUX.

Devant le succès qu'avaient obtenu ces amenées d'eau, le fontainier THIÉRY entreprit de pratiquer les fouilles nécessaires pour la recherche des eaux de source dans les chemins vicinaux de Nancy à Villers, sous ceux de Saint-Charles, de la Garenne, du Placieux, de l'Étang et de la Croix de Bourgogne, de même sous le sol de la route de Nancy à Neufchâteau.

Un bouge, situé place du Bon-Coin, recueille l'eau des divers drains et la répartit entre les quelques concessionnaires qui l'utilisent encore. Il y a une dizaine d'années, le réseau des eaux du Bon-Coin s'étendait jusqu'au Cours Léopold, côté ouest, la rue de Metz et la place Stanislas. Actuellement, la conduite ne va plus au delà du faubourg Saint-Jean et les concessions sont très peu nombreuses.

Ces eaux provenant de drainages dans les alluvions anciennes, à une plus grande profondeur (1) cependant que celles de Brichambeau, présentent les mêmes inconvénients.

Elles subissent l'influence des perturbations atmosphériques, les canalisations sont déjà anciennes. De plus, si les eaux de Brichambeau sont plus superficielles, celles du Bon-Coin sont recueillies sous un territoire aujourd'hui à peu près complètement couvert d'habitations, ce qui ne constitue pas précisément une garantie pour une eau destinée à la

(1) Certains drains, situés sous les terrains occupés actuellement par l'Hôpital Militaire, seraient établis à une douzaine de mètres de profondeur.

boisson. Les analyses que nous en avons effectuées, à des saisons différentes, nous permettront de juger de leur qualité actuelle.

Pour les quelques sources qui nous restent à signaler, il nous a été très difficile d'obtenir des renseignements précis. Le plus souvent, les documents nécessaires n'existaient pas ou avaient disparu; la tradition orale ne les a que très imparfaitement suppléés.

SOURCE DE L'INSTITUTION SAINT-PAUL (JEUNES AVEUGLES), rue de Santifontaine. — En 1877, l'Institution des Jeunes Aveugles, pour se procurer de l'eau potable totalement absente à l'époque dans ce nouveau quartier, acquit, en bordure de la rue de la Côte, une propriété située derrière Préville. Dans ce terrain se trouvait un puits, débitant par syphon de 12 à 15 litres à la minute et permettant de répondre aux besoins de l'Institution.

Vers la même époque, une galerie de la mine exploitée alors sous la côte des Chanoines, fut envahie par d'abondantes venues d'eau qui nécessitèrent l'arrêt des travaux. L'Institution Saint-Paul fut autorisée à capter ces eaux issues des marnes aaléniennes. Une galerie, partant de la propriété de la rue de la Côte, rejoint donc le puits et se rend ensuite dans la mine pour recueillir les eaux qui sont amenées à l'Institution par une conduite de grès. Plusieurs concessionnaires voisins, ainsi qu'une borne-fontaine, sont également alimentés par cette source.

N'ayant pu retrouver aucun document analytique antérieur, nous l'avons étudiée à des époques différentes. Les résultats indiqués ultérieurement montreront que le produit de cette captation est de qualité assez satisfaisante.

SOURCE DE SANTIFONTAINE. — Du prolongement de la côte des Chanoines qui s'étend, vers Laxou, au sud de l'avenue de Boufflers, coulaient autrefois de nombreuses sources issues de la base de la falaise bajocienne, dont elles traversaient les éboulis. Recueillies dans des pierrés pro-

fonds au plus de 2 m., les eaux se dirigent vers le léger valonnement amorcé dans le promontoire de Beauregard, à hauteur de Santifontaine.

Une de ces sources, que nous avons étudiée, alimente encore la propriété de M. MAJORELLE qui nous a très obligeamment communiqué les renseignements en sa possession.

Les drains qui sillonnent nombreux ce territoire, alimentent une fontaine qui jouissait jadis d'une certaine faveur auprès des habitants de ces campagnes car ses eaux avaient, paraît-il, la réputation de guérir le « carreau » (1).

Depuis, il résulte des recherches effectuées par M. le Professeur MACÉ que le produit de ces captations, très superficielles sur un assez grand parcours, doit être considéré comme douteux. Ces contaminations semblent s'être révélées depuis que, sur la partie supérieure du coteau, se sont peu à peu édifiées de nombreuses habitations.

SOURCE DE LA PROPRIÉTÉ KIND. — Dans cette propriété, dite « Le Sapin », située à proximité du Quai Ligier-Richier et du boulevard de Scarpone, coule une source qui prend naissance vraisemblablement dans les marnes supraliasiques, au pied du promontoire du Haut-de-Lièvre.

Les corps de conduite sont établis à une assez grande profondeur, atteignant plusieurs mètres et conduisent les eaux dans un réservoir souterrain situé en bordure du sentier de la Croix-d'Auyot, à l'angle ouest de la propriété.

La captation paraît remonter à une époque déjà ancienne puisqu'on trouve déjà mention de la source dans des actes datant de la fin du XVIII^e siècle. Les eaux, qui ont fait jadis l'objet d'une analyse, sont réputées dans les environs comme d'excellente qualité. Malheureusement leur périmètre d'alimentation se trouve situé dans un quartier actuellement en pleine extension. Nos recherches personnelles montre-

(1) Tuberculose des ganglions mésentériques.

ront quelle est actuellement la composition de ces eaux et leur valeur hygiénique.

SOURCE DE LA PROPRIÉTÉ PERRIN. — Une source dont les eaux paraissent recueillies au niveau des argiles marno-calcaires du toarcien alimente la propriété située au n° 85 de la rue de Metz. Le bouge où sont collectées ces eaux se trouve situé sous le quai Ligier-Richier à hauteur du n° 25. Depuis quelques années le débit de cette source a fortement baissé et la salubrité des eaux a été contestée par une analyse déjà ancienne, mais que nos essais paraissent confirmer. Actuellement, elle ne semble plus susceptible d'être utilisée pour l'alimentation.

SOURCE DE LA TEULOTTE. — Dans l'accotement de la rue de la Colline, à Boudonville, et presque à hauteur du Chemin de la Renaudine, coule une source qui prend naissance dans les marnes micacées surmontant l'aalénien. A l'origine, une simple tuile creuse servait à guider le filet d'eau sortant de terre.

Les eaux de source de la distribution générale ne pouvant, par la seule gravité, atteindre la cote élevée de cet endroit (cote 280 environ), il se trouve que celles de la Teulotte constituent les seules ressources dont disposent, dans un rayon assez étendu, les habitants d'un quartier qui se peuple de plus en plus chaque jour.

La captation fut jadis l'œuvre des propriétaires du voisinage et le débit assez faible ne dépasserait pas 6 litres à la minute.

Ces eaux sont considérées comme de bonne qualité et les résultats de notre analyse confirment cette opinion.

Alimentation actuelle de Nancy en eaux de source.

Afin d'éviter toute confusion dans l'esprit du lecteur, nous avons tenu à décrire, dans un chapitre spécial, les aménagements permettant actuellement d'utiliser au mieux les ressources déjà existantes, ou les captations plus récentes qui ont augmenté, dans de grandes proportions, les disponibilités en eaux potables. Ainsi a été constitué, de façon rationnelle, un réseau d'alimentation que d'aucuns jugent certainement encore incomplet. Néanmoins, vu l'état actuel de la question, en tenant compte des difficultés d'ordre pécuniaire consécutives aux années difficiles vécues depuis la guerre, on peut attendre avec confiance la réalisation prochaine des projets à l'étude, voire même en cours d'exécution. Ceux-ci, en permettant la suppression des inconvénients encore existants, doteront Nancy d'eaux de source pures, abondantes et fraîches. Beaucoup d'agglomérations parfois bien plus importantes, en France comme à l'étranger, ne sauraient nourrir de tels espoirs.

* * *

Le réseau actuel d'eaux de source est alimenté par trois captations : celles de l'Asnée, de Boudonville et de la forêt de Haye, cette dernière relativement récente.

Les eaux de l'Asnée, amenées comme nous l'avons dit dans le réservoir de Santifontaine, ne présentaient pas, à beaucoup près, les garanties de salubrité qu'on en pouvait

exiger. Aussi le réservoir fut-il transformé en filtre en 1904 et l'on adopta le procédé Puech-Chabal. Nous en indiquerons rapidement le principe.

Le système se compose essentiellement de deux bassins dégrossisseurs, ou préfiltres, d'une superficie de 120^{m²} qui renferment du petit gravier sur 0 m. 25 de hauteur et du sable fin sur 0 m. 70. Quatre compartiments, d'une superficie de 380 m², constituent le filtre proprement dit.

Ils contiennent, à partir du fond, des briques spéciales perforées constituant les drains collecteurs et une couche de sable très fin sur 1 m. de hauteur. Avant la mise en service on doit donner à la membrane filtrante le temps de se former, ce qui demande environ un mois, en mettant les compartiments en charge mais sans débiter. Afin de gagner du temps, on peut également former cette membrane artificiellement avec une solution contenant, pour 100 litres d'eau, 25 kilos de sulfate d'alumine et 5 kilos de sulfate ferrique. On mélange le tout à l'eau qui entre dans le système filtrant. Au contact des carbonates et bicarbonates alcalino-terreux contenus dans les eaux, il se dépose de l'alumine et de l'oxyde de fer, en une mince couche recouvrant le sable fin.

Une fois en service le filtre doit être surveillé de très près pour bien se rendre compte du moment où il doit être nettoyé. On procède alors à l'enlèvement d'une légère couche de sable et à la reconstitution de la membrane filtrante. Les quatre compartiments du filtre peuvent ainsi débiter, ensemble, 1.000 m³ d'eau par jour. Les frais d'entretien sont minimes et on les évaluait annuellement à 150 francs, lors de la mise en service; par contre ce mode de filtration permet d'éliminer les colibacilles, existant parfois dans l'eau brute et qu'on ne retrouve plus dans l'eau filtrée.

La captation de l'Asnée, en dehors de cet aménagement et d'améliorations de détail, n'a subi aucun changement depuis son établissement initial. Lorsque les eaux venant de Laxou furent rétrocedées à cette commune, les eaux de l'Asnée les remplacèrent dans la distribution et actuellement

elles alimentent, en plus de 37 concessions particulières, la plupart des fontaines publiques des 4^e, 5^e et 6^e sections, au nombre d'environ quarante (1).

Les sources de l'Asnée ont un débit notablement inférieur à celui des deux autres captations. Voici les chiffres fournis par deux jaugeages récents, effectués à des époques différentes :

Avril 1927

Août 1927

704 m³ par 24 h.

576 m³ par 24 h. (2)

Les recherches, entreprises en 1868 par l'ingénieur PUGNIÈRES pour accroître le volume des eaux fournies par la captation de Boudonville, n'amènèrent qu'une augmentation relativement minime du débit. Elles n'éliminèrent nullement les inconvénients signalés précédemment, inconvénients inhérents à des travaux qui, jusqu'alors, avaient été effectués au jour le jour et sans vue d'ensemble. Sans même tenir compte de la qualité des eaux recueillies, que de plus en plus on prévoyait aisément contaminables, il apparaissait qu'un jour à venir, le produit de la captation pourrait subitement baisser, tarir même par suite des dépiages auxquels procédait la Société minière exploitant la concession de minerai de fer du plateau de Maxéville. Cette éventualité qu'on redoutait depuis longtemps (3) vint à se produire en août 1892. Des éboulements se produisirent qui disloquèrent la couche de marne sous-bajocienne arrêtant les eaux d'infiltrations et leur donnèrent un autre cours. Plusieurs sources particulières et bouges de capta-

(1) Consulter, à ce sujet, le plan de la distribution actuelle d'eaux de source annexé à l'ouvrage.

(2) M. G. DENTZ, conducteur du Service des Eaux, a bien voulu nous communiquer les résultats de ces jaugeages, ainsi que ceux concernant les captations de Haye et de Boudonville, indiqués ultérieurement.

(3) M. MATHIEU, professeur à l'École forestière, l'avait prévue dans un rapport, dès 1863.

tion se trouvèrent asséchés. Pour donner une idée de la perte subie de ce fait par la Ville de Nancy nous dirons simplement que le volume d'eau fourni par les sources du val de Boudonville, qui était jusqu'alors double de celui de l'Asnée, tomba brusquement aux deux tiers de ce dernier. Le débit n'était plus en effet que de 3 litres par seconde. Pour remédier à cet assèchement des bouges, il suffisait, ainsi qu'on pouvait le présumer, de percer à nouveau la marne séparant la mine de la nappe aquifère, à un niveau inférieur à celui où les dépilages l'avaient déjà perforée.

C'est ce qu'accepta de faire la Société minière, involontairement responsable. La plupart des anciennes captations, dont quelques-unes étaient asséchées furent supprimées et des tuyaux de fonte, traversant par un montage la formation ferrugineuse épaisse d'environ 15 m., allèrent recueillir les eaux au-dessus du toit de la mine, après un trajet horizontal de 120 m. dans la marne (1).

La conduite d'amenée, qui a déjà dans la mine une longueur de 1 km., débouche dans la galerie des Sifflets qu'elle utilise pour aller rejoindre ensuite le réservoir de Boudonville.

On arriva ainsi à récupérer, sinon la totalité, du moins une notable partie des eaux déviées. Le volume que fournit de nouveau la captation de Boudonville oscilla, selon la saison, entre 300 et 2.800 litres par minute (2).

A cette époque, en octobre 1899, les eaux provenant des galeries des Sifflets et de la Culotte qui ne fournissaient plus qu'environ 100 litres à la minute, furent contaminées par des infiltrations provenant de fosses d'aisances non étanches. De même, en 1900, le bouge Richier remanié qui avait jusqu'alors continué d'être utilisé fut supprimé. Quelques temps plus tard le bouge du Casino le fut également. Ainsi

(1) Voir le croquis de ces travaux figurant dans l'Atlas joint à la thèse de M. IMBEAUX, *loc. cit.*, planche VII, fig. 3.

(2) IMBEAUX (Ed.), *loc. cit.*, p. 84.

tout l'ancien réseau des eaux superficielles de Boudonville disparut et on ne conserva que les eaux provenant de la mine.

La Ville de Nancy ne cessa de réclamer la restitution intégrale des eaux détournées en 1892. Le litige pendant entre elle et la Société des Hauts Fourneaux de Maxéville ne fut solutionné qu'en avril 1925.

Par convention amiable, la Société précitée s'engageait tout d'abord à verser une indemnité de 400.000 francs, en réparation du préjudice causé depuis 1892; elle devait en outre exécuter, dans les six mois suivant la ratification de la convention, à ses frais et sous le contrôle de la Ville, les travaux nécessaires pour restituer au réservoir de Boudonville les eaux détournées.

Ces eaux sont recueillies dans des galeries de la mine dont l'accès est interdit au personnel et, de là, envoyées au réservoir de la rue de la Colline. Le volume ainsi restitué atteint pour le moins 300 m³ par jour, en basses eaux, et la ville en jouit depuis l'été de 1926. Toutes les eaux recueillies au-dessus de la formation ferrugineuse sont collectées dans un réservoir de 1.000 m³, construit en 1892 (cote du radier 221.6).

Le volume débité quotidiennement qui, au mois d'avril 1927, s'élevait à 3.583 m³, diminue de façon notable au cours de la période de sécheresse. Les jaugeages effectués au mois d'août 1927, n'indiquaient plus, en effet, qu'un débit journalier de 1.380 m³.

Une conduite en fonte, d'un diamètre de 0 m. 25, emmène ces eaux vers les 1^{re}, 7^e et 8^e sections où elles alimentent 84 concessions particulières, vestiges de l'ancien réseau, et environ 80 fontaines publiques. Tant que l'on conserva l'apport provenant des eaux des bouges superficiels et des galeries des Sifflets et de la Culotte, le produit des captations de Boudonville fut assez fréquemment douteux. Nous verrons, par l'étude des résultats que nous ont fourni nos recherches personnelles et par l'interprétation de ceux, plus nombreux

encore, que nous avons consultés, que les eaux de la captation sont actuellement d'excellente qualité.

* * *

Au milieu des difficultés nombreuses que rencontra, dans la seconde moitié du XIX^e siècle, la Ville de Nancy pour tenter sous la direction de l'ingénieur PUGNIÈRES d'améliorer sa distribution d'eau potable, un fait se détache, marquant une étape heureuse dans la réalisation des programmes établis. Il devait, du même coup, les transformer profondément. Nous voulons parler de l'adduction des eaux de la Moselle qui fut réalisée à Nancy en 1879.

Le jour de l'inauguration fut un jour de fête, car l'exécution de ce projet était un grand bienfait pour la cité. Les avantages de l'eau de Moselle (suppression progressive des puits, tout à l'égout) furent si grands qu'il se produisit un véritable engouement et qu'on l'apprécia, à l'époque, à l'égal des eaux de source auxquelles elle fut longtemps mêlée de façon à peu près permanente (1). Dès qu'apparut la bactériologie, on se rendit rapidement compte qu'une eau de rivière ne pouvait posséder un degré de pureté suffisant, ni toutes les qualités exigées d'une eau destinée à l'alimentation. D'ailleurs, le volume d'eau fourni par la galerie filtrante de Messein devint assez rapidement insuffisant, du fait de l'augmentation considérable de la population et du colmatage de la couche filtrante (2).

Ces considérations ramenèrent l'attention sur la question des eaux de source. La diminution inquiétante de leur débit était due, comme nous en avons vu plusieurs exemples,

(1) Rapport présenté par M. ANDRÉ, au nom de la Commission des eaux de source, 1898.

(2) Des travaux entrepris ultérieurement, en 1892, 1899 puis en 1908, devaient permettre de doubler le débit. A cet effet, on prolongea d'abord la première galerie filtrante puis on créa une dérivation souterraine de la Moselle arrivant dans une seconde galerie latérale, symétrique à la rivière. L'eau de la dérivation traverse une couche artificielle de moellons et de sable, puis de terre naturelle, avant de rejoindre la première galerie filtrante.

à l'influence fâcheuse apportée au régime de nos sources par les exploitations de minerai de fer.

La pénurie d'eau devint si grande qu'en décembre 1890 le Conseil municipal nomma une commission d'étude dite « Commission des eaux de source ». Elle eut à examiner plusieurs projets qui successivement, et pour des motifs variés, durent être abandonnés. Finalement, on décida l'exécution du projet de captation des eaux souterraines de la forêt de Haye, présenté à l'Administration en novembre 1897 par M. IMBEAUX, alors Ingénieur Directeur du Service municipal de la Voirie. Avant de décrire cette très importante adduction d'eau de source, nous résumerons rapidement les principaux projets qui avaient, un moment, retenu l'attention des édiles nancéiens.

EAUX DU GRÈS VOSGIEN. — Ce projet consistait à capter les eaux de la Vezouze et de la Plaine, et à les amener à Nancy par un aqueduc long de quelque 80 km. Même en prévoyant une vaste association des villes et bourgades intéressées à s'alimenter sur le trajet du torrent d'eaux fraîches et pures ainsi détournées, on n'en estimait pas moins la dépense, à l'époque, à une dizaine de millions, ce qui fit écarter ce projet assez séduisant.

EAUX DU FONTENOT. — Sur le territoire de Houde-
mont, à la cote 295, jaillit une source que son niveau d'émer-
gence favorable, ainsi que son débit avaient tout d'abord paru
rendre intéressante. A une époque où on s'occupait beau-
coup plus de tirer parti des ressources existantes que d'en
acquérir de nouvelles, on avait songé à unir ces eaux à celles
du Montet. Un des principaux griefs qui firent rejeter le
projet fut le peu d'eau qu'il permettait d'amener en ville,
étant donné le prix élevé des travaux prévus (400.000 francs)
et les onéreuses expropriations que l'hostilité des propriétaires
des terrains traversés aurait provoquées. Cette source, depuis
les jaugeages préliminaires indiquant un débit de 8 à 12 litres
à la seconde, avait en effet vu baisser son débit de moitié.

EAUX DU PLATEAU DE BOUXIÈRES. — PUGNIÈRES, dès 1868 (1), puis GUÉRIN, ingénieur hydrologue, en 1892, avaient successivement fait ressortir les avantages que présenterait la captation des eaux qui sortent des affleurements de la nappe bajocienne, au nord de la vallée de l'Amezule et au-dessus des villages de Moulin, Eulmont, Basse-Lay, et Bouxières-aux-Dames.

Ce projet, très digne de retenir l'attention, s'il amenait avec lui les inconvénients d'une distance plus grande, d'aussi nombreuses réclamations et expropriations, de l'hostilité des communes et des industries lésées, avait le grand avantage de fournir immédiatement une quantité d'eau à peu près convenable. Cependant la proximité de mines, en exploitation ou susceptibles de l'être, constituait un danger permanent pour la salubrité de ces eaux et même pour leur détournement (2).

EAUX DE BELLE-FONTAINE. — Les sources abondantes qui jaillissent dans le vallon des Étangs, au sud de Champigneulle, pouvaient grâce à leur débit fournir les eaux tant désirées, malgré leur cote d'émergence assez basse. Cette idée devait dormir encore de longues années et c'est finalement, comme nous allons le montrer, à cette nappe que Nancy, de nos jours, a formé le dessein de demander le complément d'eaux de source nécessité par l'extension croissante des nouveaux quartiers.

EAUX SOUTERRAINES DE LA FORÊT DE HAYE. — Si les sources des coteaux, à l'Ouest de Nancy, sont rares et peu abondantes, et cela bien qu'un niveau d'eau y affleure à la limite du calcaire bajocien et des marnes supraliasiques, cela tient, comme nous l'avons signalé au début de notre étude, à ce que les couches s'inclinent vers le Nord-Ouest et à ce que nous n'avons, dès lors, vers Nancy, que le petit

(1) PUGNIÈRES. *Avant-projet de distribution d'Eaux de Source*. 1868.

(2) Ce qu'ont permis de constater les nombreuses analyses effectuées par M. le Professeur MACÉ.

versant. Il était tout naturel d'essayer de reprendre une partie des eaux souterraines qui glissaient inutilement vers les profondeurs du bassin parisien.

C'est à la réalisation de ce beau projet que M. IMBEAUX consacra ses efforts. Si les résultats obtenus n'ont pas complètement répondu aux espérances premières, on peut dire que cela n'en constitue pas moins une très remarquable application de deux principes modernes qui doivent régir tous projets d'adduction d'eau, savoir : l'association des recherches avec les travaux d'exploitation minière et le remplacement des captations superficielles par des captations profondes, remontées jusqu'aux sources géologiques et dans les terrains en place.

L'exemple de la ville de Liège qui, en 1858, avait réalisé avec succès une captation d'eau importante et qui s'était adressée à une nappe aquifère à peu près semblable à celle que l'on voulait atteindre à Nancy, ne manqua pas d'être un argument et un appui précieux pour les défenseurs du projet. La seule différence résidait dans la nature des couches géologiques, mais leur orientation était semblable puisque, dans les deux cas, l'écoulement naturel des eaux se faisait du côté opposé à la ville.

Les avantages escomptés étaient de nature à satisfaire les désirs des plus exigeants. En effet, le projet étudié permettait :

1^o d'amener l'eau de la forêt de Haye à Nancy par la gravité et de l'y amener à une cote très élevée, capable de desservir toute la ville (cote 280 environ).

2^o de trouver à ce niveau une quantité d'au moins 4.000 m³ d'eau par jour.

3^o d'éviter des expropriations très onéreuses.

Enfin, ce qui n'était pas à dédaigner, il semblait être le moins coûteux, tout en laissant espérer le volume d'eau de beaucoup le plus considérable.

Le soubassement du plateau de Haye est constitué par les marnes supraliasiques, formation puissante de plus de 100 m. d'épaisseur que les eaux ne franchissent pas. Ces marnes se haussent, à l'Ouest de Nancy, en un talus assez

doux que surmontent à peu près à mi-hauteur du coteau la formation ferrifère d'abord, la falaise oolithique ensuite. Le calcaire ne commence pas immédiatement au-dessus de la couche supérieure; il en est séparé par une dernière couche de marne, d'une épaisseur de 3 m. 50 à 5 m. Tout le calcaire au-dessus étant fissuré et par suite perméable en grand, c'est cette couche de marne qui se présente la première pour arrêter les eaux. Mais bien souvent, surtout en bordure, cette couche, en raison de sa faible puissance, a été traversée par les failles et fissures et l'eau inonde la formation ferrifère en se collectant au-dessus des marnes supraliasiques. C'est ce qui se produit par le fait des failles profondes, telles celles de Clairlieu, ayant intéressé la marne supraliasique elle-même en y produisant un rejet.

D'après cela, l'eau recherchée sous la forêt de Haye pouvait se trouver à deux niveaux, différant entre eux d'une quinzaine de mètres au plus, suivant que le fond de la nappe serait formé par le toit de la marne infrabajocienne, ou celui de la marne du lias. La prudence conseillait de placer le radier des galeries captantes sur le toit même des marnes du lias, sauf à pratiquer, en cas de besoin, des montages dans la mine et à percer la marne qui la surmonte comme on l'avait fait quelques temps avant dans la mine de Boudonville.

Si l'abondance des eaux souterraines au-dessous de la forêt de Haye pouvait être prévue par la géologie, elle fut affirmée formellement, tout d'abord par le calcul qui ne permettait de retrouver, en totalisant le débit des sources, qu'environ moitié de la pluie tombée sur les surfaces envisagées, ensuite par l'expérience des épuisements tentés sur quelques points.

Cette constitution géologique du plateau de Haye et la situation de la nappe souterraine que nous venons de préciser se retrouve uniformément, aussi bien au-dessus de Villers-les-Nancy qu'au niveau du vallon de Boudonville. La galerie captante, suivant le niveau auquel on désirait obtenir l'eau cherchée pouvait être amorcée en des points

différents. On écarta un projet, dit de Boudonville, consistant à atteindre le toit de la marne supraliasique entre les cotes 220 et 230 par une galerie suivant le chemin de la Colline, s'engageant ensuite sous le plateau et se développant alors à droite et à gauche, parallèlement aux courbes de niveau. En effet, entr'autres inconvénients l'eau serait arrivée à un niveau trop bas.

A hauteur de Villers, au contraire, le toit de la marne supraliasique se tient à une altitude élevée et sur une grande étendue, supérieure à la cote 300. On fut donc conduit, pour avoir de l'eau à grande hauteur, à s'adresser à cette partie de la forêt et la cote 285 fut choisie comme origine de la galerie. En attaquant plus haut, on risquait, en atteignant le pied de la dénivellation produite par la faille de Clairlieu, de se trouver au-dessus de la marne liasique et de laisser fuir une partie de l'eau par-dessous le radier de la galerie.

La galerie part donc, à ce niveau, du fond du vallon de Hardéval qui s'enfonce assez profondément dans le massif de Haye, à droite du chemin de Villers à Maron. A 400 m. de son œil, suivant une direction voisine de celle du thalweg du vallon, elle arrive au pied de la falaise calcaire à une profondeur qui est en ce point de 30 m. 60. De cet endroit partent deux galeries, une à droite et l'autre à gauche, celle de droite étant de beaucoup la plus importante. Elle draine, en effet, un versant qui, partant d'un faite situé à la cote 355 (cote du toit de la marne supraliasique) (1) s'étale en quart de cône vers le Nord-Ouest.

Se développant dans la couche inférieure du minerai de fer, cette galerie a une longueur de 4.650 m. et aboutit au puits de la Vierge. Un réservoir de 700 m³ de capacité a été établi à sa sortie, dans le vallon de Villers (cote 285).

Les travaux de mines ne peuvent faire craindre le détour-

(1) Ce faite du toit de la marne supraliasique est à peu près situé à hauteur de la maison forestière de Chavigny.

nement des eaux, car les dépilages sont impuissants à faire descendre l'eau plus bas que la marne supraliasique. (1)

D'après l'exemple de Liège, le débit escompté (pour les seuls travaux effectués au delà de la faille de Clairlieu, soit sur 4 km.) devait se rapprocher du chiffre de 1 m^3 par jour et par mètre courant de galerie. On prévoyait pour l'ensemble de la captation un volume moyen de 6.000 m^3 par jour. Nous verrons dans quelle mesure ces espoirs se sont réalisés.

Les eaux de la forêt de Haye furent mises en service en avril 1904. Une conduite en fonte de 0 m. 45 de diamètre les amène, par gravité, dans un réservoir de 1.000 m^3 de capacité, construit avenue de Boufflers en 1903, à la cote 276.

L'installation de deux serrements, qui permettent d'emmagasiner au printemps l'excès des eaux et de régulariser par suite le volume disponible en temps de sécheresse, a rendu de grands services. C'est ainsi qu'en septembre 1906, année très sèche, le débit put être maintenu à 1.000 m^3 par jour. A ce moment, toutes les autres captations réunies n'arrivaient pas à en fournir autant et, sans les eaux de Haye, la moitié de la ville eut été privée d'eau de source.

Les eaux de cette captation alimentent surtout les quartiers élevés de notre ville et dans les 3^e, 4^e et 6^e sections 61 fontaines publiques la distribuent. Elles n'alimentent pas de concessions particulières. Le volume total ainsi fourni varie dans d'assez fortes proportions avec les saisons. Au printemps, les galeries débitent facilement plus de 4.000 m^3 d'eau par jour (4.680 m^3 , en mars 1927); mais, au cours de l'été, ce volume décroît sensiblement puisque, d'après un jaugeage effectué en août 1927, il ne s'élevait plus, à cette époque, qu'à 1.229 m^3 par 24 heures.

Vers la fin de l'année 1918, et au début de 1919, des contaminations légères, souvent d'origine végétale, furent constatées dans les eaux de la forêt de Haye. Des recherches mé-

(1) Voir IMBEAUX (Ed.), *Les Eaux de Nancy en 1909*, p. 15. Plan et coupe de la captation des eaux souterraines de Haye.

thodiques montrèrent que, seules, les eaux recueillies dans les 400 premiers mètres de galerie (jusqu'à l'entrée dans la formation ferrugineuse) pouvaient être suspectées; aussi depuis cette époque, elles sont envoyées à la décharge.

Nous avons étudié à des saisons différentes les eaux de Haye et nous donnons ci-après les résultats obtenus montrant que Nancy est enfin en possession des eaux fraîches et pures qu'exige la salubrité d'une cité de son importance.

Sont-elles cependant assez abondantes? Nous devons répondre non et les événements qui se produisirent au printemps de 1921 ne l'ont malheureusement que trop bien démontré.

A cette époque, les trois captations dont nous avons déjà indiqué le débit en temps normal, ne fournirent plus vers le mois de juin 1921 que les volumes suivants, tout à fait insuffisants :

Haye	583 m ³ par 24 heures
Boudonville. .	432 — —
Asnée.	216 — —

Pour remédier à une situation qui chaque jour devenait plus critique l'Administration municipale confia à M. le Professeur GRÉLOT le soin de mettre rapidement sur pied un procédé de stérilisation qui permit de rendre potable la quantité d'eau de Moselle qu'on se proposait de substituer au produit des captations presque asséchées. Nous décrivons brièvement ici le système préconisé (1) par notre Maître et qui était sur le point d'être mis en marche, lorsque heureusement la pluie bienfaisante vint à tomber, écartant le péril.

Lorsqu'on dut pallier à la pénurie d'eaux de source il s'agissait d'aller vite; on ne pouvait donc songer à l'installation de filtres, même de filtres à grand débit (dits américains). L'épuration par les rayons ultra-violets ne pouvait

(1) M. le Professeur GRÉLOT. Rapport sur l'épuration éventuelle de l'eau de Moselle, juin 1921.

d'autre part donner des résultats certains qu'en opérant sur de petites quantités et avec une eau très limpide, conditions absolues, loin d'être réalisées.

La javellisation était seule applicable; les excellents résultats obtenus pendant la dernière guerre avec ce procédé, lorsqu'il est appliqué avec soins, constituaient une garantie très sérieuse et justifiaient de son choix. De plus, l'artifice proposé n'entraînait pour son application que des frais relativement minimes, en matériel et en réactifs. Il ne fallait pas songer, en effet, à utiliser l'extrait de Javel, vu son prix de revient.

Javelliser les 48.000 m³ d'eau envoyés journellement à Nancy par l'usine de Messein était une opération parfaitement réalisable, mais représentait une dépense assez considérable, en partie superflue. Il était bien plus commode de ne traiter chaque jour que les 2.000 m³ devant combler le déficit de l'eau de source, ce qui ramenait la dépense quotidienne de 600 à 25 francs.

Voici comment avait été conçue la réalisation pratique de cette opération. La javellisation devait s'opérer dans les réservoirs mêmes de Boufflers et de Boudonville. Par un branchement sur les conduites d'eau de Moselle (1) on les remplissait à la nuit. L'eau arrivant à la partie supérieure se mélangeait à la quantité nécessaire d'hypochlorite, déjà versée dans le réservoir, et suffisante pour assurer, au début, une teneur en chlore actif égale à 1 milligramme par litre (2). On obtenait ainsi un brassage suffisant pour assurer la répartition parfaite du réactif, et la stérilisation se trouvait réalisée dans d'excellentes conditions. Le lendemain matin, on devait verser dans le réservoir la solution d'hyposulfite de soude destinée à détruire l'excès de chlore, car, même à la dose de 1 milligramme par litre, l'expérience aux Armées a montré que l'eau conserve une saveur désagréable qui

(1) De section suffisante pour débiter en 3 ou 4 heures 1.000 m³, capacité de chaque réservoir.

(2) La quantité exactement nécessaire devait être déterminée, après quelques jours d'expérience, suivant les résultats du contrôle bactériologique indispensable.

n'échappe pas aux palais les moins délicats. Le brassage de l'eau et de la solution d'hyposulfite était prévu au moyen de deux pales de bois de 1 m. de long, immergées à 1 m. de profondeur, et tournant pendant une demi-heure à raison de 20 tours à la minute. Après quoi l'eau pouvait être lancée dans la distribution.

L'hypochlorite, si coûteux lorsqu'on emploie l'extrait de Javel, était préparé extemporanément, suivant une technique aussi simple que bien connue, en partant du chlorure de chaux et du carbonate de soude.

Tous les avantages semblaient réunis, matériel réduit peu compliqué, personnel nécessaire peu nombreux, prix de revient extrêmement minime.

Comme nous l'avons dit, on n'eut pas à appliquer ce procédé et bientôt les captations débitèrent de nouveau leur volume d'eau normal. Mais l'alerte avait été vive et l'impérieuse nécessité de nouvelles recherches d'eaux de source apparut à tous.

Jusqu'à présent, si plusieurs projets ont été élaborés, si des travaux préliminaires et heureux ont été entrepris, il n'en demeure pas moins que l'alimentation de Nancy en eaux potables n'a encore bénéficié d'aucun apport nouveau (1).

Nous terminerons cet historique des eaux de source à Nancy par le résumé d'un récent projet qui est appelé, peut-être, à fournir une solution satisfaisante du problème qui nous occupe. Les conclusions du rapport (2) présenté à l'appui de ce projet furent adoptées par le Conseil municipal le 7 décembre 1923.

A Nancy, les besoins de la population peuvent être évalués à 3.000 m³ au moins. Or, en étiage, le volume total actuellement fourni est de 1.500 m³ par jour, 1.800 au maximum. Une fois servis les 123 concessionnaires dont les fontaines, à écoulement continu, exigent quotidiennement 500 m³

(1) Exception faite des 300 m³ rendus quotidiennement à la suite des travaux entrepris par la Société des Hauts Fourneaux de Maxéville.

(2) Rapport sur la recherche de nouvelles eaux de source, 15 octobre 1923.

en chiffres ronds, il reste pour l'ensemble de la population de 1.000 à 1.300 m³ par jour.

On comprendra aisément, qu'au court de certaines périodes de sécheresse, il y ait pénurie d'eaux de source en quelques quartiers.

Aussi a-t-on essayé de reprendre l'étude d'un projet déjà étudié (1), qui date d'une soixantaine d'années. C'est l'amenée à Nancy, par gravité, des eaux du plateau de Bouxières. Déjà deux fois différée, on a dû définitivement renoncer à sa réalisation, les inconvénients étant demeurés les mêmes.

C'est donc vers la forêt de Haye, mais sur de nouvelles bases, que les recherches actuelles pourront être entreprises. Le choix du Directeur des Services de la Voirie s'est porté sur la région des fonds de Toul, à l'origine des vallées de Belle-Fontaine, où les eaux jaillissent en abondance pour former le ruisseau des Étangs. Il serait difficile, en effet, de trouver des eaux présentant, prises aux « gîtes géologiques », plus de garanties de salubrité que celles qui se sont purifiées par leur passage dans le filtre idéal que constitue le plateau de Haye, couvert presque entièrement de forêts entre Nancy et Toul.

Lors du premier projet de captation, déjà décrit, on avait voulu obtenir l'eau à un niveau élevé. Il avait donc fallu se borner à drainer une partie assez restreinte du plateau et, par surcroît, les difficultés qu'on redoutait de rencontrer au niveau de la faille de Clairlieu ne s'étaient révélées que trop réelles. On ne s'étonnera donc pas en voyant le débit, escompté tout d'abord à raison de 1 m³ par jour et par mètre courant de galerie, ne pas dépasser, en étiage, 0 m³ 20. Il faut donc que les galeries captantes, établies plus à l'ouest, embrassent un bassin plus étendu; mais, en raison de l'inclinaison des couches géologiques vers l'ouest, l'amenée en ville par gravité ne peut avoir lieu.

On doit constater que cet inconvénient perd beaucoup de son importance si l'on songe qu'il faudra, dans un avenir

(1) Cf. p. 61.

prochain, relever une partie des eaux actuelles pour fournir l'eau de source à certains quartiers en plein développement Beauregard, Buthegnémont, etc..., situés à une altitude bien supérieure à celle du réservoir de Boufflers (cote 276).

Les marnes supraliasiques, dans la région des fonds de Toul, se trouvent à la cote 225 environ alors que le sol naturel, dans le vallon de Belle-Fontaine, est à la cote 245 ce qui doit faciliter d'autant l'exécution des travaux.

D'autre part, le toit des marnes est creusé d'une sorte de vallon, ainsi que l'indiquent les courbes de niveau, conduisant vers ce point les eaux provenant de presque toute la partie Est du plateau comprise entre Villers et Boudonville. C'est l'aboutissement de ce vallon, dans la coupure de Belle-Fontaine, qui donne naissance au ruisseau des Étangs dont le débit est considérable. En outre, les renseignements recueillis relativement aux résultats des nombreux sondages exécutés dans la région, tant par la Société des Hauts Fourneaux de Maxéville que par les demandeurs de concessions de mines ont démontré, comme nous l'avons vu, l'existence d'une série de failles très rapprochées, dirigées sensiblement du Nord-Ouest au Sud-Est, et passant vers l'origine du vallon de Belle-Fontaine près de la route n° 4 de Paris à Strasbourg. Le rejet de ce système de failles collectrices est d'environ 50 m. vers le Sud-Ouest, suffisant pour canaliser les eaux souterraines, de sorte que l'on a de fortes chances de trouver en ce point un débit important.

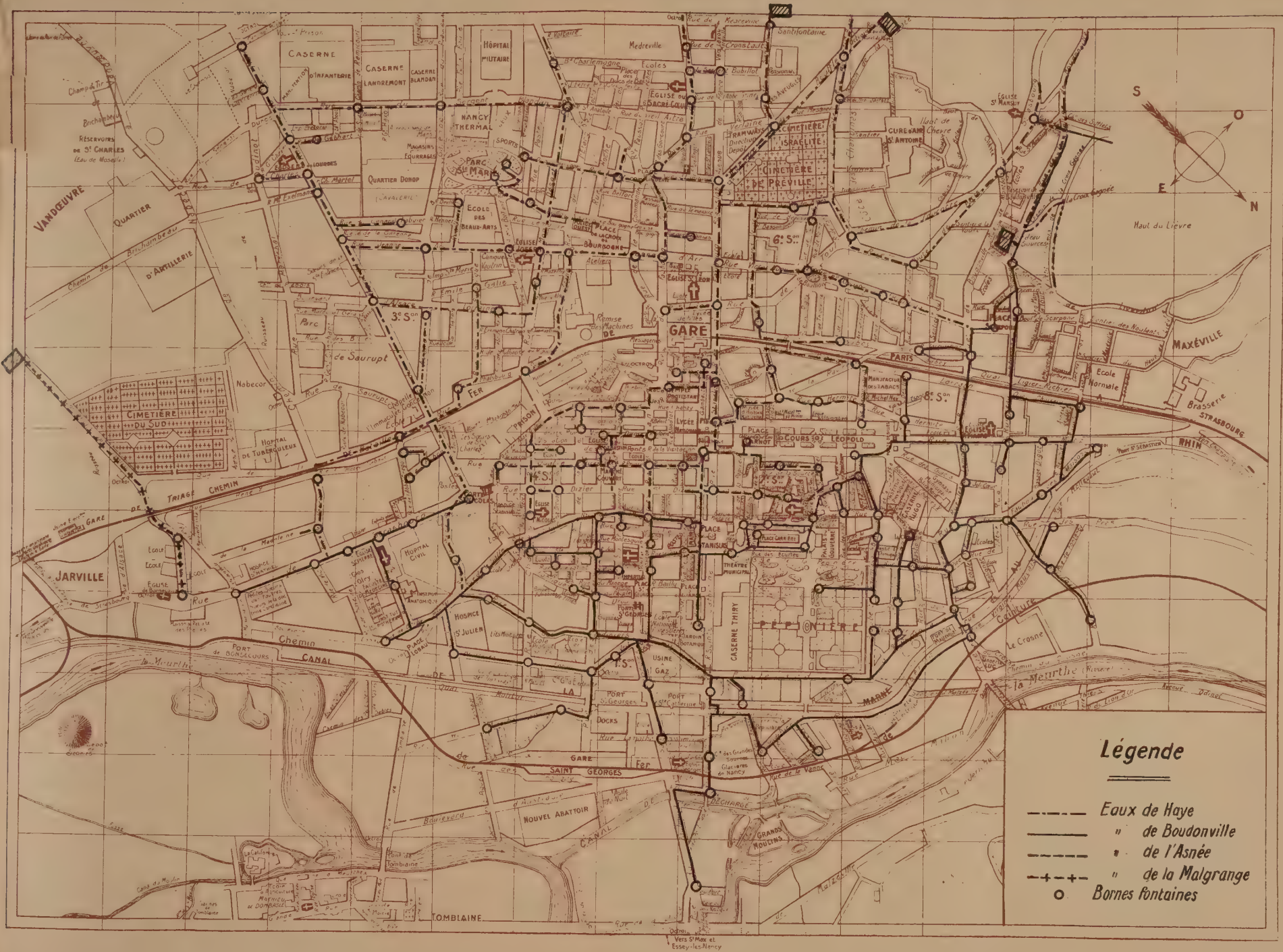
Les eaux seraient captées par une galerie d'environ 1.000 m., placée au sommet des marnes supraliasiques, et dirigée sensiblement suivant une ligne de niveau, soit à la cote 220-225.

La galerie amènerait l'eau dans un réservoir souterrain de 250 m³ où elle serait prise et relevée à un réservoir de 1.000 m³, placé à la cote 340 environ, à côté du réservoir d'eau de Moselle de Beauregard. De là, elle serait conduite dans le réseau des canalisations d'eaux de source, dûment complété pour le service des quartiers hauts. On doit trouver ainsi en étiage 2.000 m³ par jour.

Les travaux préliminaires entrepris ont justifié pleinement les prévisions. En effet, trois puits de recherches creusés en 1924 en bordure de la route dite des Fonds de Toul, ont fourni à l'extraction un volume de 3.000 m³ par jour, en basses eaux.

Le coût total des recherches prévues peut être évalué à 2 millions et demi. Si ce programme était réalisé, conformément au plan établi et aux ressources annuelles disponibles, les eaux de Belle-Fontaine pourraient, à l'été de 1930, venir renforcer les eaux de Boudonville et de Haye. Ainsi serait assuré un débit constant et régulier aux réseaux actuellement établis. 1930 verrait également pourvus d'eaux de source les quartiers hauts qui, aujourd'hui encore, souffrent cruellement d'en être dépourvus.

PLAN DE LA DISTRIBUTION DES EAUX DE SOURCE



DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE CHIMIQUE DES EAUX DE SOURCE

Importance de l'analyse chimique. Influence des éléments caractérisés et technique opératoire.

Les résultats de l'analyse chimique ont tout d'abord guidé l'hygiéniste dans la détermination de la potabilité d'une eau. On étudiait surtout la minéralisation et on commençait à peine à se préoccuper de l'étude de la matière organique, lorsqu'apparut la bactériologie qui permit de déceler dans l'eau la présence des germes. On eut alors tendance à délaisser l'analyse chimique pour s'occuper exclusivement de la recherche des microorganismes et particulièrement des Bactéries pathogènes. Mais l'expérience a montré que la bactériologie, avec les méthodes de recherche dont elle dispose actuellement, ne peut pas toujours suffire pour déterminer la valeur hygiénique de l'eau. Cette détermination comporte, en effet, toute une série de recherches destinées à nous faire connaître quels sont les éléments minéraux, organiques et organisés qu'elle renferme; or, les uns sont du domaine de l'analyse chimique, les autres, de l'analyse bactériologique et ces deux sciences se complètent

nécessairement sans pouvoir se substituer l'une à l'autre.

De plus, la rapidité des résultats fournis par l'analyse chimique vient en quelque sorte pallier la lenteur relative des résultats de l'analyse bactériologique. Depuis que le mystère des phénomènes biochimiques qui se passent dans l'eau a pu être pénétré par la chimie, on a étudié et trouvé les moyens de reconnaître, approximativement et en quelques heures, l'état de pollution ou de pureté d'une eau.

Les matières susceptibles de contaminer les nappes et les sources amènent un apport d'éléments étrangers ou un accroissement tout à fait anormal de certains des éléments et c'est précisément cet apport, ou cet accroissement, que l'analyse chimique doit reconnaître afin de dépister l'origine de la contamination.

Se basant sur la précision des méthodes analytiques, certains auteurs ont prétendu que c'est encore la chimie qui peut donner les résultats les plus pratiques et les plus concluants. Cette opinion, dans son acception la plus stricte, est à notre avis une erreur.

Le Comité consultatif d'Hygiène publique de France avait, en 1885 (1), dressé un tableau des limites dans lesquelles devaient osciller les différentes données analytiques pour qu'une eau fût considérée comme pure, potable, suspecte, ou mauvaise. Vers la même époque, le Congrès pharmaceutique international de Bruxelles avait formulé des exigences à peu près semblables. Le Conseil supérieur d'Hygiène publique de France (ancien Comité consultatif) a d'ailleurs, nous devons le dire, renoncé depuis longtemps à ces prescriptions par trop rigoureuses.

Par la suite, de nombreuses études entreprises dans son laboratoire ont montré que ces limites trop étroites ne répondaient plus aux besoins de la pratique. Si on voulait suivre à la lettre ses instructions, bien rares seraient les eaux

(1) POUCHET (G). Instructions relatives aux conditions d'analyse des eaux destinées à l'alimentation des villes et communes (*Travaux du Comité consultatif d'Hygiène*, t. XV, 1885).

jugées dignes d'être employées pour l'alimentation de l'homme.

C'est seulement d'après l'examen de l'ensemble des résultats fournis par l'analyse chimique et bactériologique, d'après les propriétés physiques et organoleptiques, l'étude géologique des terrains traversés, la topographie de la région et la critique des causes de pollution que l'on arrive à établir si une eau peut être consommée.

Sans vouloir insister sur des généralités bien connues, il nous a cependant paru nécessaire, pour faciliter l'interprétation ultérieure des résultats personnels que nous présentons, d'exposer rapidement la signification des éléments principaux caractérisés par l'analyse. De même, les traités de chimie analytique indiquant des techniques opératoires aussi nombreuses que variées, nous croyons utile de préciser ici celles que nous avons adoptées.

I. — PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS

La prise d'échantillon d'une eau qui doit être soumise à l'analyse chimique est une opération très importante et qu'il faut effectuer avec un soin minutieux ; à cet effet, nous avons observé les précautions indiquées par le Conseil Supérieur d'Hygiène publique.

Les eaux examinées ont été recueillies dans des bonbonnes de verre d'environ 10 litres, exactement remplies et bouchées au liège neuf. Avant toute opération les récipients étaient lavés à l'acide sulfurique dilué puis avec une solution acidulée de permanganate de potasse et de l'eau distillée. Au moment de chaque prélèvement, les bonbonnes étaient encore rincées à plusieurs reprises avec l'eau à analyser.

Les recherches analytiques ont toujours été commencées moins de deux heures après le prélèvement et nous avons noté, pour chaque expérience, l'état de l'atmosphère dans les quinze jours précédents, la température de l'air et de l'eau, enfin toutes les particularités que pouvaient présenter les environs des sources et la nature des terrains.

II. — MARCHE DE L'ANALYSE

L'ordre suivi dans les recherches successives ayant son importance, voici celui que nous avons adopté :

1^o *Gaz dissous dans l'eau.* — (Dosage de l'oxygène dissous, du gaz carbonique total, du gaz carbonique combiné, libre et demi-combiné);

2^o *Altérabilité.* — Éléments anormaux (Coefficient d'altérabilité d'A. LÉVY), azote ammoniacal, nitreux, nitrique ;

3^o *Matières organiques.* — En milieu acide et alcalin ;

4^o *Éléments minéraux.* — Hydrotimétrie et alcalimétrie totales et permanentes — Résidu fixe — Chlorures — Sulfates — Silice — Alumine et Fer — Chaux — Magnésie — Phosphates.

Toutes ces déterminations ont été effectuées sur l'eau préalablement filtrée.

III. — SIGNIFICATION ET DOSAGE DES DIVERS ÉLÉMENTS

Avant d'aborder l'examen chimique, nous avons toujours noté soigneusement les caractères organoleptiques. Jadis considérés comme de première importance, ils ne jouent plus aujourd'hui qu'un rôle assez modeste et peuvent faire présumer seulement des contaminations massives.

L'odeur, la saveur et la turbidité ont retenu notre attention. Les eaux de source présentent rarement une odeur particulière. Pour les cas très rares où nous avons pu l'apprécier, nous avons employé le procédé suivant que recommande le *Formulaire des Hôpitaux Militaires*.

Dans un cristalliseur en verre de 400 cc. de capacité, on verse environ 200 cc. d'eau et couvre le cristalliseur avec une lame de verre s'adaptant exactement sur les bords. Plaçant le cristalliseur sur une lame d'amiante, on le chauffe jusqu'à émission des premières bulles de l'ébullition. A ce moment, on retire du feu et laisse refroidir pendant cinq minutes; animant alors le cristalliseur d'un mouvement circulaire et écartant la lame de verre, on apprécie l'odeur.

La saveur des eaux de source de notre région, surtout celles provenant des nappes infrabajociennes est agréable, quoique très faible ; cependant certaines personnes, au palais exercé, habituées à boire une eau déterminée, la discernent sans peine des autres eaux.

La limpidité de l'eau est un facteur dont il importe de tenir compte, car une eau trouble, même reconnue non dangereuse pour la santé, est difficilement acceptée comme eau de boisson. Nous avons eu très rarement à la déterminer et dans ce cas nous avons utilisé le turbidimètre dont le *Formulaire des Hôpitaux militaires* préconise l'emploi.

* * *

Oxygène dissous. — Les gaz normalement contenus dans l'eau sont ceux de l'atmosphère. A de rares exceptions près, les dosages de l'oxygène et du gaz carbonique présentent seuls quelque intérêt au point de vue hygiénique.

L'importance de l'oxygène dissous varie suivant l'origine de l'eau. Dans les couches relativement superficielles du sol, les gaz contiennent des quantités notables d'oxygène et les eaux qui en proviennent en renferment une certaine proportion.

Cet élément disparaît d'autant plus vite dans les eaux que leur contamination est plus forte. Mais tandis que certaines eaux perdent leur oxygène, d'autres voient leur richesse augmenter, ce qu'on observe pour les eaux de citernes ou de mares. Celles-ci renferment des algues à chlorophylle qui possèdent la propriété de fixer le carbone et de dégager de l'oxygène à la lumière.

Nous pouvons donc considérer le dosage de l'oxygène dissous comme un test de contamination éventuelle, les eaux riches en matières organiques ne renfermant en général que de petites quantités d'oxygène.

Nous avons employé le procédé de Mohr et utilisé la pipette dont A. LÉVY a préconisé l'emploi pour l'application

de cette méthode. Ce dosage repose sur la fixation de l'oxygène dissous par l'hydrate de protoxyde de fer. Sans nous arrêter plus longuement à décrire la réaction ni la marche bien connue de l'opération, nous rappellerons seulement le mode opératoire qui permet de ne pas redouter l'action des matières organiques contenues dans l'eau.

Le dosage primitif est répété sur les mêmes quantités d'eau, de potasse, d'acide sulfurique et de sulfate ferreux, mais en évitant la précipitation de l'hydrate ferreux, c'est-à-dire en n'ajoutant la potasse qu'après l'acide sulfurique et le sulfate ferreux. La différence entre les volumes de solution de permanganate (1) successivement employés dans les deux dosages permet de calculer la proportion d'oxygène dissous dans la quantité d'eau examinée. On ramène ensuite au litre (2).

Les causes d'erreur pouvant résulter de l'action du permanganate sur les matières organiques de l'eau sont ainsi supprimées. En effet les dosages successifs sont effectués sur des quantités identiques de liquide et de réactif, exactement dans les mêmes conditions, à cette seule différence près que, dans le second dosage, l'oxygène de l'eau n'agit point sur le sulfate de fer.

Le même dosage répété à 48 heures d'intervalle sur l'eau placée à l'obscurité (3), dans l'étuve à 33°, permet bien souvent de déterminer une perte d'oxygène. A. LÉVY a attiré l'attention sur ces variations de l'oxygène dissous. Lorsque dans une eau saturée d'oxygène on voit celui-ci baisser rapidement et disparaître même en totalité, on peut conclure que cette eau est riche en matières organiques et en germes.

Considérant la différence qui apparaît entre les quantités dosées avant et après séjour à l'étuve, il a pu établir un coefficient d'altérabilité qui constitue un élément d'ap-

(1) Nous avons employé la solution de MnO_4K N/80, dont 1 cc. représentent 0 mgr. 1 d'oxygène.

(2) La pipette utilisée avait un volume de 98 cc. Pour ramener au litre, le résultat était multiplié par 10,2.

(3) Ceci afin d'éviter un dégagement d'oxygène par les algues vertes.

préciation intéressant, surtout lorsqu'il s'agit de la surveillance d'une eau déterminée.

Il le représente par le quotient :

$$\frac{\text{Perte d'oxygène}}{\text{Quantité primitive d'oxygène}}$$

Le coefficient sera d'autant plus élevé et s'approchera de 1 que l'eau sera plus riche en organismes capables d'absorber l'oxygène.

Gaz carbonique total. — C'est grâce à l'acide carbonique que certains éléments, notamment le carbonate de chaux, sont tenus en dissolution. L'acide carbonique qui existe en si forte proportion dans le sous-sol (1) se dissout facilement dans l'eau et peut lui communiquer une saveur agréable. Nous l'avons dosé en ajoutant un excès d'eau de chaux à un volume connu de l'eau analysée, renfermée dans un flacon bouché à l'émeri. Tout l'acide carbonique combiné, ou simplement dissous dans l'eau, est précipité sous forme de CO^3Ca . On laisse déposer le précipité, on décante et jette sur filtre. Après lavage à l'eau distillée, préalablement bouillie, on dissout le précipité dans un volume connu d' HCl titré et dose ensuite par retour en présence de quelques gouttes d'orangé Poirrier comme indicateur.

Par le calcul, on déduit la quantité du CO^2 total correspondant à HCl neutralisé par CO^3Ca .

Gaz carbonique combiné. — Le dosage du gaz carbonique combiné (2) s'effectue sur 100 cc. d'eau, portés cinq minutes à l'ébullition, en présence de 10 cc. d' H^2SO^4 N/10. Par retour, on obtient la quantité d' H^2SO^4 employée, d'où on déduit la proportion de gaz carbonique combiné.

(1) L'air confiné des premières couches du sol en contient environ le 1/20 de son volume.

(2) On peut de même déduire du degré alcalimétrique total, la quantité de gaz carbonique combiné.

Gaz carbonique libre et demi-combiné. — La différence entre les deux dosages précédents donne le gaz carbonique libre et demi-combiné.

Azote ammoniacal (1). — Représenté par les sels ammoniacaux il indique, le plus souvent, des eaux souillées par des matières d'origine animale telles que des eaux d'égout, purins, urines, matières fécales. Il ne faudrait pas croire qu'il ait toujours cette origine, puisqu'il est assez fréquent de le rencontrer dans les eaux de certains terrains tourbeux et marécageux où abondent les matières organiques végétales. De même on le retrouve dans certaines nappes artésiennes très profondes et parfaitement potables.

Indépendamment de cela, certaines eaux provenant de terrains gneissiques ou granitiques boisés, qui renferment de l'azote ammoniacal d'origine végétale, peuvent être consommées sans le moindre inconvénient.

Au cours de nos recherches d'azote ammoniacal nous avons remarqué que, dans plusieurs des eaux analysées, la présence d'un excès notable d'acide carbonique libre et de bicarbonate alcalino-terreux, en produisant un abondant précipité, était une grande gêne pour l'observation des teintes produites par l'addition de réactif de NESSLER. Voici le procédé qui nous a permis d'éliminer cette cause d'erreur (2).

Nous remplissons presque complètement d'eau à examiner un flacon bouchant à l'émeri d'environ 150 cc., puis nous ajoutons 2 cc. d'une solution de CO^3Na^2 dans l'eau bi-distillée (une partie de CO^3Na^2 cristallisée pour deux parties d'eau) et 1 cc. d'eau d'une solution d'hydrate de soude (une partie d'hydrate de soude pour deux parties d'eau, également dans l'eau bi-distillée) (3). On complète avec l'eau

(1) L'azote ammoniacal s'étant rencontré très rarement, nous n'avons pas envisagé la recherche de l'azote albuminoïde.

(2) FRÉSENIUS. *Analyse chimique quantitative*. 7^e édition, Masson, Paris, 1904 p. 721.

(3) Ces deux solutions étaient fréquemment vérifiées au moyen du réactif de Nessler.

analysée, mélange et laisse déposer une demi-heure. Au bout de ce temps, le liquide est clair et on peut, par simple décantation dans les tubes de GRANDVAL et LAJOUX, en soutirer la quantité qui est nécessaire à la recherche, ou éventuellement au dosage comparatif et colorimétrique de l'azote ammoniacal par le réactif de NESSLER.

Azote nitreux. — En général sa présence constitue une indication défavorable. Selon DUCLAUX (1), les nitrites peuvent provenir d'une nitrification imparfaite ou d'une dénitrification de nitrates déjà formés, sous l'influence de ferments qui semblent abondants dans le sol et qui agissent surtout en présence des matières organiques. Ce serait donc la preuve d'une purification incomplète ou d'une contamination assez proche.

Nous avons employé pour leur recherche le réactif extrêmement sensible de TROMMSDORFF, en prenant soin de placer les vases contenant l'eau examinée et le témoin à l'abri de la lumière et en négligeant les colorations apparues dans ces conditions, au delà de cinq minutes. M nous est arrivé parfois d'employer la réaction de GRIESS, au chlorhydrate de métaphénylène diamine, lorsque nous désirions éclaircir un doute ou contrôler un résultat.

Azote nitrique. — Les nitrates représentent la phase ultime de l'oxydation des matières azotées obtenue simultanément par l'action de l'oxygène de l'air, des germes nitrifiants du sol et des autres agents naturels. L'appréciation de la potabilité d'une eau, d'après le dosage des nitrates est un problème fort délicat.

D'une manière générale on peut dire avec BONJEAN (2) que :

« Quelle que soit l'origine de l'eau, si les nitrates ne sont pas associés à une dose élevée de chlorures, il est permis d'admettre que leur origine est essentiellement végétale, synthétique, que leur présence enfin n'est pas un mauvais signe.

(1) DUCLAUX. Moyen d'examen des eaux potables, *Ann. de l'Institut Pasteur*, 1894.

(2) E. BONJEAN. *Le sol et l'eau*. Baillière, Paris, 1925, p. 385.

Lorsqu'ils sont produits par oxydation de la matière organique animale, ils sont d'autant plus pernicioeux qu'ils communiquent à l'eau une saveur agréable, un goût piquant qui peut être pris pour de la fraîcheur.

Nous n'aurons garde d'oublier que bien des doutes pouvant surgir du fait de la présence de l'azote, sous une ou plusieurs de ces trois formes, seront immédiatement levés par l'examen bactériologique qui fournira les indications complémentaires. Nous avons procédé au dosage de l'azote nitrique, avec le colorimètre de DUBOSC, en utilisant le réactif sulfophénique d'emploi sûr et bien connu.

Matières organiques. — La détermination de la quantité de matières organiques contenues dans les eaux potables constitue un des points les plus importants de l'analyse. En effet, ces matières organiques sont de nature très diverses. Elles sont constituées par des substances hydrocarbonées ou azotées, résultant de la décomposition des matières animales ou végétales avec lesquelles l'eau s'est trouvée en contact, et des bactéries et autres organismes vivants ou morts. Sauf dans des cas très particuliers (eaux très riches et que l'on soupçonne être polluées par des déchets industriels de sucreries, féculeries, papeteries, etc.), il est illusoire, voire impossible, d'essayer de préciser la composition des produits désignés sous ce nom vague de matières organiques.

La méthode la plus couramment employée en vue de leur dosage consiste à évaluer, par volumétrie, la quantité de permanganate de potasse nécessaire pour oxyder complètement la matière organique. On procède généralement à deux dosages successifs, l'un en milieu acide, l'autre en milieu alcalin. Nous l'avons adoptée au cours de notre étude en introduisant la modification suivante. Au lieu d'opérer, comme le voudrait la méthode d'Albert LÉVY, par comparaison sur 100 et 50 cc. d'eau, nous employons 200 et

100 cc. ce qui réduit d'abord l'erreur possible de moitié (1). D'autre part, nous substituons à la solution de MnO^4K à 0 gr. 50 par litre, la solution N/80 dont 1 cc. = 0 gr. 0001 d'oxygène. De ce fait, opérant toujours avec les précautions minutieuses (2) d'une technique bien connue, la simple lecture de la différence, en centimètres cubes, entre les quantités de MnO^4K détruites au cours des deux expériences (sur 200 et 100 cc.) donne immédiatement, et par litre, la quantité d'oxygène (en milligrammes) fixée par la matière organique.

Le dosage de la matière organique par le permanganate peut être critiqué à plusieurs points de vue. Les quantités de MnO^4K détruites varient en effet avec les conditions de l'expérience, elles diffèrent suivant le milieu, acide ou alcalin, suivant la température et le temps pendant lequel on prolonge la réaction. En admettant toutefois que, dans une série de recherches, les causes d'erreur restent toujours les mêmes, les résultats obtenus deviennent comparables entre eux et donnent alors à l'expérience une précision suffisante pour l'appréciation.

En tous cas les eaux chargées de matières organiques constituent pour les Bactéries un milieu trop favorable pour ne pas être considérées comme suspectes.

POUCHET et BONJEAN (3), interprétant un grand nombre de dosages effectués au Laboratoire du Comité consultatif d'Hygiène suivant des méthodes rigoureuses, sont arrivés à d'intéressantes constatations.

Sur 1.127 analyses, révélant au plus 1 mgr. de matières organiques exprimées en oxygène, il y en eut 297 où la quantité d'oxygène consommée était plus forte en solution alcaline qu'en solution acide. Sur ces 297 échantillons, 251 étaient manifestement pollués par des matières fécales, eaux de lavoir, etc. Dans ces mêmes eaux, l'analyse bactériologique a

(1) Voir *Formulaires des Hôpitaux Militaires*, p. 228.

(2) Quatre fioles coniques de 300 cc. étaient, au laboratoire, uniquement réservées pour ces expériences.

(3) POUCHET et BONJEAN. *Ann. d'Hygiène publique et de Médecine légale*, février 1897.

mis en évidence le Colibacille, le Staphylocoque pyogène, le Bacille pyocyanique, les Bactéries putrides des matières fécales.

Le fait qu'une eau réduit plus de permanganate en solution alcaline qu'en solution acide doit donc suffire à la faire considérer comme fortement suspecte et à la faire rejeter de l'alimentation.

C'est dans ces circonstances que s'exercera le contrôle efficace de la Bactériologie.

Hydrotimétrie et alcalimétrie. — La détermination du degré hydrotimétrique total et permanent donne rapidement d'utiles indications sur la dureté de l'eau et permet d'apprécier si cette eau sera propre aux usages industriels ou domestiques. C'est là tout ce qu'on peut attendre de la méthode et nous estimons qu'il serait illusoire de déduire des résultats obtenus des renseignements de quelque exactitude sur la proportion des différents composants du résidu fixe. Malheureusement certains laboratoires dits *industriels* accordent encore à cette détermination une trop grande importance.

Matériel, technique opératoire et préparation du réactif étant bien connus, nous signalerons simplement qu'avant chaque série d'analyses nous avons pris soin de vérifier le titre de notre liqueur hydrotimétrique avec la solution étalon de BaCl^2 .

Alcalimétrie totale et permanente. — Nous avons effectué la première de ces déterminations, d'exécution facile, rapide et rigoureuse dans le but d'obtenir en bloc l'alcalinité de l'eau et de vérifier l'exactitude de la composition probable. En effet la quantité d' H^2SO^4 saturée doit cadrer avec la quantité correspondante des carbonates alcalino-terreux. Nous considérons cette détermination comme un renseignement hydrologique très important, qui permet de suivre facilement les variations de minéralisation des eaux.

Opérant toujours en présence d'un témoin, nous avons obtenu les virages les plus nets en additionnant les 100 cc.

d'eau essayée d'une seule goutte de la solution à 1‰ d'orangé POIRRIER indicateur.

L'alcalimétrie permanente nous a permis de rechercher les carbonates alcalins. Nous avons opéré en utilisant une fiole conique de 250 cc. contenant 100 cc. d'eau analysée, et surmontée d'un réfrigérant ascendant (1). On récupère après filtration soignée la totalité de la liqueur et on tient compte de l'action du verre déterminée par un essai préalable (2).

Résidu fixe. — Nous l'avons déterminé sur 200 cc. d'eau. La pesée était effectuée après un séjour d'une demi-heure à l'étuve réglée à 110°. La différence constatée, après calcination au rouge et reconstitution des carbonates, nous a permis de déterminer la perte au rouge.

SELS MINÉRAUX ET AUTRES ÉLÉMENTS

Chlorures. — On les rencontre le plus souvent à l'état de chlorure de sodium. Lorsqu'ils n'ont pas une origine naturelle, qu'explique l'étude géologique du périmètre d'alimentation des sources, leur présence indique toujours une pollution d'origine animale, à condition qu'on rencontre en même temps les autres tests de contamination déjà étudiés.

Nous les avons dosés par la méthode de CHARPENTIER VOHLARD, en opérant sur un volume de 500 cc. d'eau légèrement acidulée par NO^3H et après concentration.

Sulfates. — Ils existaient parfois en assez fortes proportions dans les eaux que nous avons étudiées, surtout dans celles traversant des terrains riches en pyrites. Nous les avons dosés par la voie pondérale, à l'état de SO^4Ba , en

(1) TORQUATO GIGLI. Innovation dans l'analyse des eaux potables. *Ann. de Chimie analytique*, 1917, p. 15.

(2) Nous utilisons toujours la même fiole conique; 100 cc. d'eau distillée neutre, après 10 minutes d'ébullition, nécessitent 0 cc. 1 d' H^2SO^4 N/10.

prenant soin d'ajouter le BaCl_2 goutte à goutte, à l'ébullition, ce qui facilite de façon très notable la précipitation. Les résultats étaient exprimés en SO^3 .

Silice. — Pour les éléments minéraux dont nous allons brièvement indiquer le dosage, nous avons toujours opéré sur le produit de la concentration d'au moins 3 litres.

L'évaporation de l'eau, acidulée par quelques centimètres cubes d' HCl pur, est terminée au bain-marie bouillant dans une petite capsule de porcelaine. Le résidu est traité dans le fond de la capsule par 5 cc. d' HCl pur qu'on laisse évaporer à sec. La décomposition des sels alcalino-terreux étant ainsi effectuée, on chauffe à l'étuve pendant une heure à 150° . Le résidu, traité par HCl chaud dilué au $1/5$, est jeté sur un filtre où la silice reste insolubilisée. On calcine ensuite et pèse à l'état d' SiO^2 .

Oxyde de fer et alumine. — Ces éléments, séparés par la méthode ordinaire de la liqueur obtenue précédemment, ont été le plus souvent pesés ensemble, à l'état de sesquioxides. Leur séparation n'a été envisagée que dans des cas spéciaux, par exemple lorsque nous avons analysé l'eau de la Source de Saint-Thiébaud, réputée jadis ferrugineuse, ou lorsque nous avons étudié les eaux de Haye et de Boudonville. Ce n'est pas à dire que les autres eaux examinées ne renfermaient pas ces éléments. Ils y existaient toujours mais en traces très faibles, ne pouvant en aucune manière intéresser l'étude de la valeur hygiénique de ces eaux.

Nous indiquerons donc le plus rapidement possible la méthode adoptée pour le dosage du fer. Dans ce cas les quantités évaporées ont été plus importantes et nous avons eu recours à la technique classique de dosage, par le permanganate de potasse, du fer amené préalablement à l'état de sel ferreux.

Le résidu de la calcination, formé par les deux sesquioxides

$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ est dissous dans 20 cc. d' $\text{H}_2\text{SO}_4 1/2$ et on complète le volume à 50 cc.

Soit A cette liqueur (solution sulfurique au 1/5).

Nous préparons alors, pour éliminer autant que possible les causes d'erreur, trois expériences dans des fioles coniques renfermant :

Fiole *a.* - 20 cc. liqueur A + 2 gr. Zn pur

— *b.* - identique à *a* (expérience comparative). } liqueurs

— *c.* - 20 cc. $\text{H}_2\text{SO}_4 1/5$ + 2 gr. Zn. } témoins

Nous laissons la réduction se faire jusqu'à ce que l'essai à la touche au sulfo-cyanure indique la disparition des sels de peroxyde de fer.

Avec de l'eau distillée fraîchement bouillie et refroidie, nous amenons ces trois liqueurs à un volume de 50 cc. et procédons au titrage manganométrique suivant la technique ordinaire, en prenant comme résultat la moyenne des chiffres (très voisins) trouvés pour *a* et *b*, diminuée de la quantité (toujours très faible) utilisée en *c*. Nous employons la solution de MnO_4K N/80 dont 1 cc. représente 0 gr. 0007 en Fe et 0 gr. 002 en Fe_2O_3 . Rapportant au litre, on obtient le poids d'alumine par différence avec le chiffre global exprimant $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$.

Chaux et Magnésie. — Les sels calcaires ont été dosés par voie pondérale à l'état de sulfate de chaux et les sels magnésiens à l'état de pyrophosphate de magnésie selon une technique trop connue pour être ici décrite. Ultérieurement nous transformions par le calcul en oxyde de calcium, CaO et en oxyde de magnésium MgO (1).

Phosphates. — **Méthode personnelle de dosage.** — L'acide phosphorique, lorsqu'une eau en renferme plus d'un demi-milligramme par litre, est généralement considéré comme

(1) Nous nous sommes conformés à la technique conseillée par FRÉSENIUS, *loc. cit.*, p. 200 et 203.

un indice de contamination probable soit par des matières fécales, soit surtout par l'urine qui en contient de 2 à 3 ‰; de même, les ruissellements superficiels provenant de terrains cultivés à l'aide d'engrais phosphatés, ou les infiltrations de certaines eaux résiduaires industrielles, amènent parfois dans les eaux souterraines des quantités importantes de phosphates.

Même dans les eaux polluées par des matières très riches en phosphates il est rare de retrouver des quantités importantes de ces sels car, au contact des terrains calcaires, ils se transforment en phosphate tricalcique insoluble. C'est ce qui a lieu dans notre région particulièrement.

Donc, en présence d'autres éléments anormaux, l'absence de phosphates ne pourra jamais être considérée comme une preuve de non-pollution.

A part quelques échantillons, nous n'avons rencontré et dosé dans les eaux de source examinées que des quantités d'acide phosphorique en général fort petites et ayant vraisemblablement une origine naturelle.

En présence de ce fait, nous nous sommes préoccupé de rechercher une méthode nous permettant d'évaluer ces quantités minimales de phosphates avec une précision suffisante et cela sans avoir recours aux techniques classiques, longues et assez compliquées, qui auraient nécessité la concentration de volumes d'eaux considérables.

La première méthode que nous avons expérimentée utilisait la réaction bien connue du molybdate d'ammoniaque, en solution azotique, sur les phosphates (1). A cet effet nous évaporions 500 cc. d'eau, en présence de 3 cc. d' NO^3H , jusqu'à ce qu'il ne reste plus dans le fond bien blanc de la capsule de porcelaine qu'environ 50 cc. d'eau; on ajoutait alors 10 cc. de réactif molybdique et chauffait au bain-marie.

Avec une solution de titre connu en P^2O^5 , on préparait un témoin que l'on traitait de même façon. A chaud, on observait dans le cas de la présence des phosphates une

(1) E. BONJEAN, *loc. cit.*, p. 350.

coloration jaune que l'on évaluait, par comparaison, avec celle que donnait la solution témoin dans les mêmes conditions. Ce mode opératoire devait donner, selon les auteurs, un résultat net avec des solutions contenant 0 mgr 01 de P^2O_5 par litre.

Cette méthode ne nous a pas satisfait. En effet la comparaison un peu rigoureuse, à l'œil, entre deux teintes jaunes est une opération très délicate; des variations d'intensité colorantes assez grandes se manifestent à la moindre différence de température existant entre les deux solutions comparées et d'autre part d'aucuns ont prétendu que la coloration n'était nullement proportionnelle à la quantité de phosphate mise en œuvre.

Nous étant rapidement rendu compte des inconvénients de cette technique pourtant fort répandue, nous avons songé à utiliser la belle et très sensible réaction des phosphates et arséniates, proposée il y a quelques années par M. DENIGÈS (1).

Si l'on ajoute, dit cet auteur, quelques gouttes d'une solution au 1/10 de molybdate d'ammoniaque et quelques gouttes d'une solution de chlorure d'étain à 20 cc. d'eau, on obtient une coloration bleue formée par l'oxyde salin de molybdène, soluble dans l'alcool amylique. Lorsqu'on ajoute HCl ou H^2SO_4 au mélange d'eau et de molybdate, la coloration se produit mais elle est d'autant moins intense que la quantité d'acide est plus considérable (2). Si la quantité d'acide ajoutée est supérieure à celle qui empêche la formation de bleu de molybdène, on constate qu'une teinte bleue, stable, se manifeste dès qu'on fait intervenir un phosphate ou un arséniate. Il y a dans ce cas, formation d'un phospho-conjugué molybdénique, soluble dans l'éther.

La notion d'acidité du milieu semble donc dominer toute la réaction, car un excès d'acide, ou même de molybdate, en diminue la sensibilité. D'autre part on ne doit pas opérer

(1) DENIGÈS. Réaction colorée des phosphates et arséniates. *C. R. de l'Académie des Sciences*, 26 octobre 1920.

(2) Remarquons, comme nous l'avons constaté, qu'un mélange à volumes égaux de la solution de molybdate et de H^2SO_4 concentré, constitue un réactif très sensible des sels d'étain.

en milieu trop neutre pour éviter la production de bleu de molybdène non phosphorique.

Nous avons vérifié ce fait en disposant des séries de tubes à essai contenant pour un même volume de liquide, soit 15 cc., en l'absence de phosphate, des quantités croissantes d'acide sulfurique en présence d'une quantité invariable de molybdate, 5 gouttes et de SnCl_2 , 2 gouttes. Pour 25 gouttes d' H_2SO_4 la teinte bleue est devenue imperceptible. Les mêmes expériences, répétées avec HCl ont donné des résultats identiques. (Dans ce cas 30 gouttes d' HCl , toutes autres conditions égales d'ailleurs, empêchent l'apparition du bleu de molybdène).

Nous avons donc été amené à employer un réactif sulfo-molybdique contenant une proportion d'acide supérieure à celle qu'indique M. DENIGÈS pour sa réaction. Voici les essais qui nous ont permis d'adopter la formule que nous proposons :

Nous avons préparé trois réactifs types :

Réactif <i>a</i> .	- 2 cc. de sol. de molybdate à 10 %	+ 6 cc. H_2SO_4	50 %
— <i>b</i> .	- 4 cc.	—	+ 4 cc. H_2SO_4
— <i>c</i> .	- 6 cc.	—	+ 2 cc. H_2SO_4
			50 %

et nous disposons trois tubes contenant :

- N^o 1. — 15 cc. H_2O + 5 gouttes réactif *a* + 1 goutte de solution de P^{20}_5 + 2 gouttes de solution SnCl_2 .
 N^o 2. — 15 cc. H_2O + 5 gouttes réactif *b* + 1 goutte de solution de P^{20}_5 + 2 gouttes de solution de SnCl_2 .
 N^o 3. — 15 cc. H_2O + 5 gouttes réactif *c* + 1 goutte de solution de P^{20}_5 + 2 gouttes de solution de SnCl_2 .

Les tubes 1, 2 et 3 ont montré des colorations bleues inégales, croissantes de 1 à 3.

En disposant concurremment à cet essai trois tubes contenant des quantités identiques d'eau et de réactif, mais sans phosphate, nous nous sommes rendu compte qu'avec les formules *b* et *c* il y avait formation de bleu de molybdène non phosphorique dont la coloration s'ajoutait à celle du véritable complexe phospho-molybdique.

La formule *a* convenait donc seule.

Avant d'exposer le mode opératoire nous devons signaler ici qu'une application de la réaction à la recherche des phosphates dans l'eau de Seine avait déjà été faite par D. FLORENTIN (1). Pour l'adapter à l'étude des eaux de source de notre région nous avons dû lui faire subir une modification qui facilite son emploi sans diminuer en rien la précision des résultats.

Technique opératoire. — On utilise quatre réactifs.

1° **Liquueur A.** — Solution aqueuse de molybdate d'ammoniaque à 10 %, faite à froid.

2° **Liquueur B.** — Acide sulfurique dilué à 50 % en poids.

3° **Liquueur C.** — Solution de chlorure stanneux SnCl_2 , $2\text{H}_2\text{O}$ obtenue en dissolvant 0 gr. 3 d'étain fin, dans 6 cc. d'HCl pur, en présence d'une trace de sel de Cu. La solution terminée on complète à 30 cc. avec de l'eau distillée.

4° **Liquueur D.** — Solution d'orthophosphate diammonique $\text{PO}_4 (\text{NH}_4)^2\text{H}$, à 1 gr. 858 ‰ dont 1 cc. représente 1 milligramme d'acide phosphorique, exprimé en P_2O_5 .

Avec les liqueurs A et B nous préparons le réactif sulfomolybdique, ou Réactif I, en mélangeant 2 cc. liqueur A + 6 cc. liqueur B.

La liqueur C constitue le Réactif II.

Nous remplissons de l'eau à examiner un tube de GRANDVAL et LAJOUX jaugé à 50 cc. puis nous ajoutons 5 gouttes de Réactif I, et 2 gouttes du Réactif II, en prenant soin de rendre le mélange homogène, par renversements, avant chaque nouvelle affusion de réactif.

A ce moment, et pour éviter un trouble dû à des réactions secondaires, nous ajoutons 6 gouttes d' H_2SO_4 pur. Les mêmes précautions sont à observer dans la préparation de l'échelle de comparaison, contenant des quantités croissantes de phosphates, que nous établissons à l'aide de la liqueur D diluée au 1/100 avec de l'eau distillée.

(1) D. FLORENTIN. Dosage des phosphates dans les eaux, *Ann. de Chimie analytique*, 1921, p. 295.

Le tableau suivant donne les quantités à employer pour établir rapidement tout ou partie de l'échelle colorimétrique. On y trouve également la proportion correspondante de $P^{2}O^{5}$ rapportée à 1 litre d'eau examinée.

Numéros des tubes de l'échelle	Quantité de solution D diluée au 1/100	Quantité de $P^{2}O^{5}$ dans l'essai	Proportion de $P^{2}O^{5}$ en milligrammes rapportée au litre
1	Néant (tube témoin)	0	0
2	occ 1	0mg001	0mg002
3	0 25	0 0025	0 05
4	0 5	0 05	0 1
5	1	0 01	0 2
6	1 5	0 015	0 3
7	2	0 02	0 4
8	2 5	0 025	0 5
9	3	0 03	0 6
10	3 5	0 035	0 8
11	4	0 04	0 7
12	4 5	0 045	0 9
13	5	0 05	1
14	10	0 1	2

Il n'est nullement besoin de préparer les 14 tubes indiqués. Avec un peu d'habitude on arrive, après un essai rapide, à déterminer la teneur approximative en phosphates, donc la partie de l'échelle qu'il est utile de préparer.

Il est intéressant, pour obtenir une réaction bien régulière, d'ajouter les réactifs successifs en série, soit le molybdate dans tous les tubes considérés, puis le chlorure stanneux, puis l'acide sulfurique.

En procédant ainsi on obtient une gamme de colorations stables et très aisément comparables.

Spécificité de la méthode. — Dans les eaux que nous avons examinées il existait toujours des silicates; or cet acide est susceptible de donner, lui aussi, des complexes colorés avec

l'acide molybdique. La présence des silicates pouvait donc devenir une cause d'erreur; mais, en fait, leur influence peut être négligée. Des essais ont en effet montré qu'une solution de silicate de soude à 1 gr. ‰ fournit une teinte analogue à celle donnée par une solution de phosphates contenant 0 mgr. 04 de P^2O^5 ‰ et que les solutions à 0 gr. 10 ne fournissent pas de coloration appréciable. En pratique donc, les silicates ne sont pas susceptibles de troubler le dosage.

SENSIBILITÉ DE LA MÉTHODE ET CONCLUSIONS

Cette réaction permet d'apprécier très nettement 0 mgr. 001 de P^2O^5 , dans un essai semblable à ceux indiqués, ce qui correspond à 0 mgr. 02 de P^2O^5 par litre.

En résumé cette méthode se recommande par les avantages suivants :

- 1^o Opération directe sur l'eau analysée, sans concentration préalable;
 - 2^o Comparaison aisée d'une série d'échantillons;
 - 3^o Détermination rapide et très approchée de leur teneur en phosphates.
-

Composition chimique des eaux de source.

Nous grouperons les résultats personnels que nous présentons en trois séries bien distinctes. En effet, l'intérêt de l'étude chimique des eaux de source est, pour nous, intimement lié à leur utilisation comme eaux potables et les variations saisonnières que peuvent présenter les divers éléments décelés dans les eaux ne doivent être considérées qu'autant qu'elles peuvent influencer leur salubrité.

Pour les raisons déjà exposées, certaines captations alimentant jadis la distribution en sont exclues aujourd'hui; nous n'avons dans ce cas procédé qu'à une seule analyse. Il nous suffisait, en fait, d'établir la minéralisation de ces eaux, sur lesquelles les travaux antérieurs ne nous avaient fourni aucun renseignement.

Nous examinerons ensuite la composition chimique des eaux des sources particulières. Nous les avons étudiées à des époques différentes et les recherches ont porté successivement sur les eaux prélevées en hiver et en été. Parfois nous avons été amené à recueillir l'eau au bouge, point de départ de la distribution et chez les concessionnaires en ville.

Enfin nous donnerons les analyses, effectuées à intervalles réguliers, du produit des trois principales captations qui contribuent seules, à présent, à l'alimentation en eaux potables de notre ville.

A) ANCIENNES CAPTATIONS DE LAXOU, NABÉCOR
ET VANDŒUVRE

1° Sources de Laxou (1)

	N° 1 Bouge de Laval	N° 2 Bouge Chauvot	N° 3 Bouge Cuny
Date du prélèvement...	27 oct. 1927	16 nov. 1926	16 nov. 1926
Température de l'air	7 ⁰⁵	13 ⁰⁵	13 ⁰⁵
— de l'eau.	10 ⁰⁵	11 ⁰	10 ⁰⁵
Odeur	mat. organ.	mat. organ.	nulle
Saveur.	d ⁰	d ⁰	d ⁰
Limpidité	»	»	parfaite
Dépôt	mat. organ. grains d'amidon	nul	nul
Oxygène dissous en mgr. d'oxy- gène.....	8,67	9,9	10
Oxygène dissous après 48 heures à + 33°	5,61	7,7	8,6
Coefficient d'altérabilité (A.Lévy)	0,35	0,22	0,14
Gaz carbonique total.	192,5	189,2	200
— — combiné	81,4	70,4	74,6
— — libre et demi- combiné	111,1	118,8	125,4
Azote ammoniacal.	0,2	traces	0
— nitreux.....	traces	traces	0
— nitrique, en NO ³ H	33,3	28,4	15,1
Matières } milieu acide.....	2,6	2,7	0,9
organiques } milieu alcalin	2,2	2,2	0,6
Résidu à 110°	322	338	330
Résidu au rouge sombre après reconstitution des carbonates.	260	260	267
Perte au rouge	62	78	63
Chlore total, en Cl	5,67	9,9	7,3
Acide sulfurique total, en SO ³ ..	24	33,2	26,1
Acide phosphorique, en P ² O ⁵ ..	»	0,2	0,05
Silice, en SiO ²	9,2	8	5,5
Oxyde de fer et alumine, Al ² O ³ + Fe ² O ³	6,4	5,8	3,3
Chaux totale, en CaO	107,7	102,7	112,3
Magnésie totale, en MgO	4,8	4,5	3,6
Degré hydrotimétrique total	19 ⁰⁴	18 ⁰⁵	19 ⁰
— permanent	6 ⁰⁵	7 ⁰	7 ⁰⁵
Alcalimétrie totale, en mgr. de CO ³ Ca	192,5	165	180
Alcalimétrie permanente	30	25	35

(1) Tous les résultats sont exprimés en milligrammes et par litre.

2^o Drainages de Nabécor (n^{os} 4 et 5) et de Vandœuvre
(Bouge de droite, prairie du Reclus, n^{os} 6 et 7)

	N ^o 4	N ^o 5	N ^o 6	N ^o 7
	Bouge	Bouge	Au	Ferme
	Wagner	Olry.	bouge	de la
	—	—	—	Chiennerie
Date du prélèvement.	8 décembre 1926		15 janvier 1927	
Température de l'air	3 ^o	3 ^o	4 ^o 5	4 ^o 5
— de l'eau	6 ^o 5	6 ^o 5	7 ^o 5	5 ^o 5
Odeur	nulle	nulle	nulle	nulle
Saveur	»	»	»	»
Limpidité	parfaite	parfaite	parfaite	parfaite
Dépôt	nul	nul	nul	nul
Oxygène dissous en mgr. d'oxygène	7,2	8,16	10,8	11,3
Oxygène dissous après 48 heures à + 33°	6,5	7,5	9,3	9,53
Coefficient d'altérabilité (A. Lévy)	0,1	0,08	0,13	0,15
Gaz carbonique total	244	243	209	185,9
— — combiné	56,1	63,8	90,2	88
— — libre et demi-combiné	187,9	179,2	110,8	98
Azote ammoniacal	0	0	0	0
— nitreux	0	0	0	0
— nitrique, en NO ³ H	68,2	54,3	6,7	6,6
Matières organiques. { milieu acide	1	1,5	0,6	1
{ milieu alcalin	0,9	1,2	0,4	0,7
Résidu à 110°	470	456	258	277
Résidu au rouge sombre après reconstitution des carbonates	394	390	220	235
Perte au rouge	76	66	38	42
Chlore total, en Cl	40,4	18,4	3,9	3,9
Acide sulfurique total, en SO ³	88,5	84	13,5	15,5
Acide phosphorique, en P ² O ⁵	0,1	0,05	0,05	0,05
Silice, en SiO ²	11,9	12,2	5,3	4,2
Oxyde de fer et alumine, Al ² O ³ + Fe ² O ³	2,4	2,2	6,2	5,7
Chaux totale, en CaO	117,3	122,6	101	109
Magnésie totale, en MgO	21	24	3,4	3,1
Degré hydrotimétrique total	26 ^o	25 ^o	20 ^o	21 ^o
— — permanent	16 ^o 5	16 ^o	6 ^o	6 ^o 5
Alcalimétrie totale, en mgr. de CO ³ Ca	135	145	200	200
Alcalimétrie permanente	30	35	32,5	27,5

B.) SOURCES PARTICULIÈRES

*Sources fluant dans les propriétés Kind (nos 8 et 9)
et Perrin (nos 10 et 11).*

	N° 8	N° 9	N° 10	N° 11
Date du prélèvement..	3 janv. 1927	26 juill. 1927	7 févr. 1927	26 juill. 1927
Température de l'air.....	3°	24°	3°5	24°
— de l'eau.....	8°	11°5	7°5	10°5
Odeur.....	nulle	nulle	nulle	nulle
Saveur.....	nulle	nulle	dure	dure
Limpidité.....	parfaite	parfaite	parfaite	parfaite
Dépôt.....	nul	nul	nul	nul
Oxygène dissous en mgr. d'oxygène.....	8,95	7,8	7,24	7,1
Oxygène dissous après 48 heures à + 33°.....	7,54	7	5,71	6,2
Coefficient d'altérabilité(A.Lévy)	0,15	0,1	0,21	0,14
Gaz carbonique total.....	230	219	338	343
— — combiné.....	86,9	97	129	134
— — libre et demi-combiné.....	143,1	122	209	209
Azote ammoniacal.....	0	0	0	0
— nitreux.....	0	0	0	0
— nitrique, en N ³ OH.....	31,5	41,6	65,7	78
Matières { milieu acide.....	0,6	0,4	1,2	0,8
organiques { milieu alcalin.....	0,5	0,4	0,9	0,7
Résidu à 110°.....	421	502	692	725
Résidu au rouge sombre après reconstitution des carbonates.	366	460	574	630
Perte au rouge.....	55	42	118	95
Chlore total, en Cl.....	12,1	14,2	27,6	28,4
Acide sulfurique total, en SO ³ ...	52,8	55,2	98,5	109,1
— phosphorique, en P ² O ⁵ ...	0,02	0,1	0,05	0,1
Silice, en SiO ²	7,5	8,4	10,5	11,2
Oxyde de fer et alumine, Al ² O ³ + Fe ² O ³	5,45	6,7	5,2	6,1
Chaux totale, en CaO.....	146	170	231	245
Magnésie totale, en MgO.....	3,8	4,3	11,5	13,2
Degré hydrotimétrique total ...	22°	26°	38°4	47°5
— — permanent	9°	10°2	16°5	18°
Alcalimétrie totale, en mgr. de CO ³ Ca.....	210	225	295	310
Alcalimétrie permanente.....	25	32,5	20	25

SOURCES PARTICULIÈRES

*Sources de l'Institution, Saint-Paul (n^{os} 12 et 13):
et de Santifontaine (n^{os} 14 et 15)*

	N ^o 12	N ^o 13	N ^o 14	N ^o 15
Date du prélèvement..	27 oct. 1926	11 juin 1927	15 nov. 1926	6 juin 1927
Température de l'air	7 ^o 5	21 ^o 5	13 ^o 5	21 ^o
— de l'eau.....	10 ^o 5	14 ^o 5	11 ^o 5	11 ^o
Odeur.....	nulle	nulle	nulle	nulle
Saveur.....	nulle	nulle	nulle	nulle
Limpidité	parfaite	parfaite	parfaite	parfaite
Dépôt	nul	nul	nul	nul
Oxygène dissous en mgr. d'oxy- gène.....	10,9	9,79	8,46	7,7
Oxygène dissous après 48 heures à + 33 ^o	9,3	7,75	6,9	6,1
Coefficient d'altérabilité(A. Lévy)	0,14	0,20	0,12	0,21
Gaz carbonique total,	134,2	127,6	228,7	197
— — combiné,	62,8	58,3	84	80,5
— — libre et demi- combiné,	71,4	69,3	144	116,5
Azote ammoniacal	0	0	0	0
— nitreux.....	0	0	0	0
— nitrique, en NO ³ H.....	129	78,9	26,2	43,2
Matières { milieu acide	0,6	0,9	0,8	1
organiques { milieu alcalin	0,5	0,8	0,7	0,8
Résidu à 110 ^o	490	430	392	330
Résidu au rouge sombre après reconstitution des carbonates ..	426	340	342	272
Perte au rouge	64	90	50	58
Chlore total, en Cl	19,5	18,4	28,3	16,3
Acide sulfurique total, en SO ³ ..	41,3	36,1	58,4	54,8
— phosphorique, en P ² O ⁵ ...	0,05	0,02	0,05	0,02
Silice, en SiO ²	8,8	5,3	9,3	6,4
Oxyde de fer et alumine, Al ² O ³ + Fe ² O ³	3,4	2,1	3,9	2,7
Chaux totale, en CaO	136	125	179	152
Magnésie totale, en MgO.	5	3,8	4,5	3,8
Degré hydrotimétrique total ...	22 ^o	20 ^o 5	24 ^o	22 ^o
— — permanent	9 ^o	7 ^o 5	11 ^o	10 ^o
Alcalimétrie totale, en mgr. de CO ³ Ca.	145	135	200	170
Alcalimétrie permanente	30	25	25	20

SOURCES PARTICULIÈRES

*Captations de Brichambeau (nos 16, 17, 18)
et du Bon-Coin (nos 19 et 20).*

	N° 16	N° 17	N° 18	N° 19	N° 20
Date du prélèvement.	14 oct. 1926	21 fév. 1927	3 mai 1927	9 déc. 1926	21 mars 1927
Température de l'air..	15°	4°	8°	4°	6°
— de l'eau...	11°5	7°	10°	9°5	8°
Odeur	nulle	nulle	nulle	nulle	nulle
Saveur.	lourde	lourde	lourde	lourde	lourde
Limpidité	parfaite	parfaite	parfaite	parfaite	parfaite
Dépôt	nul	nul	nul	nul	nul
Oxygène dissous en mgr. d'oxygène	8,95	9,7	9,7	7,85	9,2
Oxygène dissous après 48 heures à + 33° ...	7,6	6,9	7,9	6,65	7,44
Coefficient d'altérabilité (A. Lévy)	0,15	0,22	0,18	0,15	0,19
Gaz carbonique total..	249	221,6	257	216	255
— — combiné.	90,2	72,6	93,2	66	62,7
— — libre et demi-combiné.	159,8	149	164,8	195	192
Azote ammoniacal	0	0	0	0	0
— nitreux.	0	0	0	0	0
— nitrique, en NO ³ H	51,3	37,5	26,8	46,3	70
Matières (milieu acide organiques/milieu alcalin	0,7 0,6	2 1,6	1,3 0,9	0,9 0,8	1,3 0,8
Résidu à 110°	672	453	669	540	521
Résidu au rouge sombre après reconstitution des carbonates.	580	387	583	454	440
Perte au rouge	92	66	96	86	81
Chlore total, en Cl ...	21	17,7	18,8	35,4	38,9
Acide sulfurique total, en SO ³	176	101	167,3	92,3	90,6
Acide phosphorique, en P ² O ⁵	»	0,05	0,1	0,05	0,05
Silice, en SiO ²	15,3	11	13,3	13,8	11,8
Oxyde de fer et alumine, Al ² O ³ + Fe ² O ³	5,2	3,2	4,4	3,1	2,8
Chaux totale, en CaO..	193	126	195	120	112
Magnésie totale, en MgO	28,9	18,5	31	20,5	16,8
Degré hydrotimétrique total.	43°	33°	41°	32°	29°5
Degré hydrotimétrique permanent	19°	14°5	18°	14°	13°5
Alcalimétrie totale, en mgr. de CO ³ Ca.	225	160	220	160	150
Alcalimétrie permanente	50	30	40	30	25

SOURCE DE VANDŒUVRE (Bouge Neuf)

	N° 21	N° 22	N° 23
	Au bouge Sainte-Enfance	Au bouge	Au bouge
Date du prélèvement	14 oct. 1926	11 janv. 1927	3 mai 1927
Température de l'air	15°	8°5	12°
— de l'eau	9°5	7°	10°
Odeur	nulle	nulle	nulle
Saveur	nulle	nulle	nulle
Limpidité	parfaite	parfaite	parfaite
Dépôt	nul	nul	nul
Oxygène dissous en mgr. d'oxygène.	10,6	11,4	11,4
— — après 48 h. à +33°.	8,8	9,7	9,1
Coefficient d'altérabilité (A. Lévy).	0,14	0,24	0,20
Gaz carbonique total	207	204	182,6
— — combiné	92,4	84,6	90,2
— — libre et demi-com-			
biné	114,6	120	92,4
Azote ammoniacal.	0	0	0
— nitreux	0	0	0
— nitrique en NO ³ H.	6,4	7,5	5,2
Matières } milieu acide	0,7	0,9	0,9
organiques } milieu alcalin.	0,6	0,7	0,8
Résidu à 110°	285	247	230
Résidu au rouge sombre après re-			
constitution des carbonates.	263	202	195
Perte au rouge	22	45	35
Chlore total, en Cl	4,2	3,1	3,5
Acide sulfurique total, en SO ³	18	14,6	16,1
— phosphorique, en P ² O ⁵	»	0,05	0,02
Silice, en SiO ²	6,6	4,5	4,4
Oxyde de fer et alumine, Al ² O ³			
+ Fe ² O ³	5,8	3,2	3,7
Chaux totale, en CaO.	132	125	128
Magnésie totale, en MgO.	5,9	4,1	4,3
Degré hydrotimétrique total.	19°5	17°	18°
— — permanent.	6°5	6°	5°6
Alcalimétrie totale, en mgr. de CO ³ Ca	220	185	195
— permanente.	35	25	30

DRAINAGES DE LA MALGRANGE (nos 24 et 25).

SOURCE DE LA TEULOTTE (n° 26).

Date du prélèvement	N° 24 14 oct. 1926	N° 25 3 mai 1927	N° 26 15 janv. 1927
Température de l'air	15°	12°	5°5
— de l'eau	13°5	9°	9°
Odeur	nulle	nulle	nulle
Saveur	nulle	nulle	nulle
Limpidité	parfaite	parfaite	parfaite
Dépôt	nul	nul	nul
Oxygène dissous en mgr. d'oxygène.	8,95	11,1	10,6
— — après 48 h. à +33°.	7,6	8,4	9,1
Coefficient d'altérabilité (A. Lévy).	0,15	0,24	0,13
Gaz carbonique total	154	133	248,6
— — combiné	72,6	62,2	105,6
— — libre et demi-com-			
biné	81,4	70,8	143
Azote ammoniacal.	0	0	0
— nitreux	0	0	0
— nitrique en NO ³ H.....	52,6	42,8	26,6
Matières { milieu acide ...	0,8	1,1	0,6
organiques { milieu alcalin..	0,7	1,1	0,5
Résidu à 110°	327	282	335
Résidu au rouge sombre après re-			
constitution des carbonates....	265	212	249
Perte au rouge	62	70	86
Chlore total, en Cl	13,4	10,6	5
Acide sulfurique total, en SO ³	46	41,2	21,9
— phosphorique, en P ² O ⁵	»	0,1	0,05
Silice, en SiO ²	10,5	8,7	6,2
Oxyde de fer et alumine, Al ² O ³			
+ Fe ² O ³	2	1,8	2,1
Chaux totale, en CaO.....	89,5	78,1	120,6
Magnésie totale, en MgO.....	15,5	12,4	3,4
Degré hydrotimétrique total.....	21°	18°	21°5
— — permanent, .	9°5	8°	5°5
Alcalimétrie totale, en mgr. de CO ³ Ca	155	135	235
— permanente.....	35	30	35

CAPTATION DE L'ASNÉE

Date du prélèvement	N° 27 Au bouge 14 oct. 1926	N° 28 Au bouge 18 mai 1926	N° 29 Eau filtrée 26 juill. 1927
	—	—	—
Température de l'air	15°	15°	24°
— de l'eau	11°2	10°	15°
Odeur	nulle	nulle	nulle
Saveur.	nulle	nulle	nulle
Limpidité	parfaite	parfaite	parfaite
Dépôt	nul	nul	nul
Oxygène dissous en mgr. d'oxygène.	10	11	9,9
— — après 48 h. à +33°.	8,6	7,95	7,7
Coefficient d'altérabilité (A. Lévy).	0,14	0,28	0,22
Gaz carbonique total	213,4	149,6	»
— — combiné	117,8	84,2	55,6
— — libre et demi-com-			
biné	95,6	65,4	»
Azote ammoniacal.	0	0	0
— nitreux	0	0	0
— nitrique en NO ³ H	6,9	15,1	5,5
Matières { milieu acide	0,9	1,1	0,7
organiques { milieu alcalin.	0,8	0,9	0,6
Résidu à 110°	373	267	204
Résidu au rouge sombre après re-			
constitution des carbonates.	305	208	176
Perte au rouge	68	59	28
Chlore total, en Cl	5	4,7	3,3
Acide sulfurique total, en SO ³	39,1	16,5	19,6
— phosphorique, en P ² O ⁵	»	0,02	»
Silice, en SiO ²	7,1	6,4	»
Oxyde de fer et alumine, Al ² O ³			
+ Fe ² O ³	3,2	2,6	»
Chaux totale, en CaO.	168	113,7	83,4
Magnésie totale, en MgO.	7,9	4,9	3,4
Degré hydrotimétrique total.	22°	16°	11°
— — permanent.	9°	6°	4°
Alcalimétrie totale, en mgr. de CO ³ Ca	280	200	115
— permanente.	40	25	15

CAPTATION DE BOUDONVILLE

Date du prélèvement	N° 30 (1) 10 av. 1925	N° 31 27 oct. 1926	N° 32 20 mai 1927
Température de l'air	10°	3°	15°
— de l'eau	9°	8°5	10°5
Odeur	nulle	nulle	nulle
Saveur	nulle	nulle	nulle
Limpidité	parfaite	parfaite	parfaite
Dépôt	nul	nul	nul
Oxygène dissous en mgr. d'oxygène.	8,87	9,38	11
— — après 48 h. à +33°.	7,44	8,25	9,18
Coefficient d'altérabilité (A. Lévy).	0,18	0,13	0,17
Gaz carbonique total	215	211,7	197
— — combiné	94,6	90	86,2
— — libre et demi-combiné	120,4	121,7	110,8
Azote ammoniacal.	0	0	0
— nitreux	0	0	0
— nitrique en NO ³ H.	14,2	16,9	10,3
Matières { milieu acide ...	0,4	0,4	0,6
organiques { milieu alcalin..	0,4	0,3	0,5
Résidu à 110°	237	268	253
Résidu au rouge sombre après re- constitution des carbonates....	183	224	205
Perte au rouge	54	44	48
Chlore total, en Cl	5,1	5,3	3,5
Acide sulfurique total, en SO ³	13,5	15,3	14,8
— phosphorique, en P ² O ⁵	< 0,05	»	0,02
Silice, en SiO ²	5,6	6	5,6
Oxyde de fer, en Fe ² O ³	3	2,2	2,8
Alumine, en Al ² O ³	1,2	1,8	1,6
Chaux totale, en CaO	124	132	127
Magnésie totale, en MgO	7,6	8,9	8,1
Degré hydrotimétrique total	19°	21°	19°5
— — permanent.	6°	7°5	7°
Alcalimétrie totale, en mgr. de CO ³ Ca	200	215	205
— — permanente	»	35	30

(1) M. le Professeur GRÉLOT a bien voulu nous communiquer les résultats des analyses N°s 30 et 33.

CAPTATION DE LA LA FORÊT DE HAVE

Date du prélèvement	N° 33 19 oct. 1925	N° 34 10 mars 1927	N° 35 20 mai 1927
Température de l'air	10°2	8°6	15°0
— de l'eau	9°6	7°0	9°5
Odeur	nulle	nulle	nulle
Saveur	nulle	nulle	nulle
Limpidité	parfaite	parfaite	parfaite
Dépôt	nul	nul	nul
Oxygène dissous en mgr. d'oxygène.	8,2	9,7	8,8
— — après 48 h. à +33°.	6,1	7,9	7,5
Coefficient d'altérabilité (A. Lévy).	0,25	0,18	0,14
Gaz carbonique total	180	192	203
— — combiné	112,2	110	118
— — libre et demi-com- biné	67,8	82	85
Azote ammoniacal.	0	0	0
— nitreux	0	0	0
— nitrique en NO ³ H.	6	6	4,3
Matières } milieu acide ..	0,3	0,6	0,7
organiques } milieu alcalin..	0,3	0,5	0,4
Résidu à 110°	284	290	302
Résidu au rouge sombre après re- constitution des carbonates....	232	242	258
Perte au rouge	52	48	44
Chlore total, en Cl	3,2	3,4	2,5
Acide sulfurique total, en SO ³	10,2	12,3	10,6
— phosphorique, en P ² O ⁵	0,1	0,05	0,05
Silice, en SiO ²	10,4	8,7	9,6
Oxyde de fer, en Fe ² O ³	0,1	0,5	0,5
Alumine, en Al ² O ³	3,4	2,7	2,8
Chaux totale, en CaO	149,4	145,8	147
Magnésie totale, en MgO	9	7,8	7,6
Degré hydrotimétrique total	15°5	20°1	21°0
— — permanent	5°5	6°5	6°0
Alcalimétrie totale, en mgr. de CO ³ Ca	255	255	260
— permanente	»	40	40

DISCUSSION DES RÉSULTATS

L'examen des seuls résultats de l'analyse chimique nous permet, *a priori*, de signaler quelques particularités saillantes qui différencient entre elles les eaux de source étudiées. Leur minéralisation apparaît, en effet, sous l'étroite dépendance de la nature des couches géologiques traversées.

Nous distinguerons tout d'abord les sources qui sont alimentées par l'importante nappe infrabajocienne. Parmi celles-ci, les unes sont recueillies aux gîtes géologiques eux-mêmes (captations de la forêt de Haye, de Boudonville), alors que d'autres effectuent un assez long trajet sous les éboulis avant que de paraître à la surface. C'est le cas des eaux de source de Laxou, de Santifontaine, de l'Institution Saint-Paul, de la propriété Kind, de l'Asnée même, qui coulent à la base de la falaise oolithique. Pendant ce parcours, souvent au contact des marnes toarciennes, elles se chargent d'une certaine quantité de sulfate de chaux (jusqu'à 58 mgr. en SO^3 par litre, analyse n° 14) qui ne se rencontre pas dans les eaux recueillies dans les terrains en place (forêt de Haye, mine de Boudonville). Ces dernières, qui renferment au plus 15 mgr. d' SO^3 par litre (analyse n° 31), ne contiennent guère qu'une importante proportion de carbonate de chaux.

Dans toutes les eaux de source de ce groupe on rencontre le fer, toujours au moins à l'état de traces; la magnésie est également en faible quantité (au plus 9 mgr. en MgO par litre (analyse n° 33). D'une façon générale, la minéralisation ne dépasse pas 350 mgr. par litre et le degré hydrotimétrique total reste voisin de 20°.

Par contre, les eaux provenant de drainages établis dans les alluvions argilo-sableuses anciennes (Brichambeau, Bon-Coin), dans les marnes toarciennes (source de la propriété Perrin), dans le grès médioliasique (Nabécor), sont relativement beaucoup plus chargées en sels minéraux, (672 mgr. de résidu par litre, analyse n° 16).

L'élément dominant est ici le sulfate de chaux, dont on

trouve facilement plus de 100 mgr. par litre (exprimé en SO^3) ; par suite le degré hydrotimétrique demeure assez élevé. Ces eaux renferment également des sels magnésiens en quantité notable (jusqu'à 31 mgr. par litre en MgO , analyse n° 18).

Les essais chimiques ne nous ont pas indiqué de pollutions dangereuses et les recherches d'azote ammoniacal ou nitreux — à une exception près — sont toujours demeurées négatives. Néanmoins certaines eaux renfermaient des quantités assez importantes d'azote nitrique (129 mgr. en NO^3H par litre, analyse n° 12) ; mais dans ce cas, l'absence de tous autres indices ne nous permet pas de considérer sa présence comme une preuve de contamination. On doit lui attribuer vraisemblablement une origine végétale.

La détermination du degré alcalimétrique permanent nous a permis de constater l'existence, dans toutes les eaux analysées, de quantités de carbonates alcalins pouvant atteindre 50 mgr. par litre (exprimés en CO^3Ca , analyse n° 16). On peut présumer que c'est le contact de bancs argileux, souvent au niveau du toarcien, qui provoque cet apport puisqu'on ne peut admettre une contamination que rien par ailleurs ne vient confirmer.

Nous avons également noté, grâce à notre méthode de dosage de l'acide phosphorique, la présence de cet élément dans la majorité des eaux analysées. Les quantités trouvées furent néanmoins toujours très faibles, dépassant rarement 0 mgr. 1 par litre. Le phosphate de chaux existe à petite dose dans les terrains stratifiés, et on le rencontre en nodules irréguliers dans les sables, les argiles et les calcaires, mélangé aux autres substances. Étant très peu soluble, même dans l'eau chargée d'acide carbonique, on s'explique qu'on n'en rencontre que des traces, d'origine naturelle.

VARIATIONS SAISONNIÈRES. — Si nous considérons les variations que peut présenter la composition chimique des eaux de source aux différentes époques de l'année, nous voyons qu'en général elles sont faibles. Les eaux de la forêt de Haye ou de la mine de Boudonville ont même une compo-

sition remarquablement stable, ce qui ne peut constituer qu'une indication des plus favorables.

Au contraire, celles de la captation de Brichambeau subissent facilement l'influence des perturbations atmosphériques. Nos essais effectués après une période de pluie (analyse n° 17), montrent que la minéralisation était tombée de 672 à 453 mgr. par litre. Les eaux de source de l'Asnée ont également une composition sujette à de brusques variations. Certaines peuvent être dues, fort probablement, au fait que cette captation débite une eau relativement superficielle; mais il s'en trouve qui, par la soudaineté de leur apparition et l'époque à laquelle on les observe, sembleraient difficilement admettre une telle origine.

Les eaux de source étudiées présentent, en résumé, une composition chimique bien caractéristique, stable dans de nombreux cas. Celles qui alimentent Nancy ont, en particulier, une minéralisation fort convenable. Aucune contamination dangereuse n'a été révélée, néanmoins l'appréciation entière de leur qualité ne sera permise qu'après l'étude bactériologique.

TROISIÈME PARTIE

ÉTUDE BACTÉRIOLOGIQUE

La qualité des eaux destinées à l'alimentation, comme nous l'avons vu, ne peut être appréciée de façon complète que par l'interprétation comparée des résultats fournis par l'étude chimique et microbiologique. Aussi, pour chaque échantillon d'eau analysé, avons-nous procédé à l'examen bactériologique qui a comporté la numération des germes et la recherche du Colibacille. Pour des motifs que nous exposerons ultérieurement, nous avons de même tenté la mise en évidence des germes fluorescents, considérés comme tests de contamination. L'ensemble des résultats obtenus sera présenté au cours de l'exposé de notre méthode de recherche des bactéries fluorescentes; grâce au numéro d'ordre affecté à chaque analyse, il sera aisé de se reporter aux explications et essais chimiques déjà indiqués.

NUMÉRATION DES GERMES TECHNIQUE SPÉCIALE DE DILUTION

Mode opératoire. — Le lecteur voudra bien tout d'abord nous excuser de rappeler les généralités suivantes mais, étant donnée l'importance des faits que nous rencontrerons par

la suite, il nous paraît indispensable de bien préciser notre technique.

Le prélèvement des échantillons une fois effectué avec toutes les précautions requises et bien connues, nous avonsensemencé, pour chaque essai, six tubes de gélatine nutritive fondue contenant d'une part $3/20$, $6/20$, $9/20$ de centimètre cube d'eau pure et d'autre part $3/10$, $6/10$, $9/10$ de centimètre cube d'eau pure diluée au $1/10$. Ces tubes étaient coulés ensuite dans des boîtes de PÉTRI stériles, placées sur une surface refroidie pour hâter la solidification du milieu. Nous examinions le développement des colonies dès le deuxième jour et la numération définitive a toujours été effectuée le plus tardivement possible, vers le quinzième jour, chaque fois que le développement des colonies liquéfiantes n'a pas été trop rapide.

Les dilutions que nous avons dû envisager étaient nécessaires car nous ignorions, au début, le nombre de germes que pouvaient renfermer les eaux analysées. En effet lorsqu'on ensemence de l'eau trop riche en germes microbiens, on obtient des colonies trop voisines les unes des autres. Quand les Bactéries liquéfiantes sont en nombre suffisant, le substratum nutritif se liquéfie rapidement et peut rendre de ce fait, toute numération impossible.

Discordance des résultats. — Au début de nos expériences, nous avons remarqué une discordance notable entre les résultats fournis par la numération effectuée sur les plaques de gélatine ensemencées avec de l'eau pure et ceux que nous obtenions par ensemencement d'eau diluée. C'est ainsi qu'une de nos premières expériences nous donnait les nombres suivants:

Eau pure		Eau diluée	
$3/20$	360 par cc.	$3/100$	260 par cc.
$6/20$	320 —	$6/100$	250 —
$9/20$	380 —	$9/100$	230 —

Le fait en lui-même ne nous a pas surpris outre mesure

car il nous semble qu'on puisse, *a priori*, l'assimiler à un phénomène de dispersion semblable à celui qui est produit par la dissolution d'une certaine quantité de chlorure de sodium dans l'eau.

En effet les molécules réparties dans la solution subissent bientôt la dissociation électrolytique donnant des ions Na^+ et des ions Cl^- . En ne faisant intervenir que la diffusion, au bout d'un temps déterminé on obtient une répartition régulière des ions dans toute la masse. Mais lorsqu'on dépose un certain nombre de Bactéries dans une masse d'eau déterminée, d'autres facteurs entrent en jeu qui modifient un peu le processus de la diffusion. Tout d'abord, si les Bactéries sont très petites et si elles sont dépourvues de mouvements vitaux, elles seront soumises au mouvement brownien, conséquence du choc des molécules aqueuses, et par conséquent on peut admettre, en faisant abstraction de la pesanteur, qu'au bout d'un temps plus ou moins long les germes seront répartis uniformément dans la masse aqueuse. En réalité la diffusion ne saurait être aussi uniforme, puisque Jean PERRIN, par l'exemple des suspensions résineuses, a montré qu'il y a un tassement des particules les plus grosses dans les couches inférieures. Ce tassement se produira donc aussi pour les Bactéries.

Si nous considérons les plastides existant dans l'eau diluée comme doués de mouvement vital, et de taille moyenne, le phénomène devient de suite bien plus complexe.

Les Bactéries aérobies iront rechercher l'oxygène à la partie supérieure des couches liquides, tandis que les Bactéries anaérobies gagneront la partie inférieure.

Il ne saurait donc, à notre avis, être question d'une répartition uniforme des corps microbiens dans une dilution que si on a la possibilité d'agiter commodément la masse liquide. C'est ensuite seulement qu'on effectuera les prélèvements.

Pour ce motif nous avons donc été amené à employer une technique spéciale de dilution. En vue d'obtenir une répartition régulière des germes dans la masse du liquide nous

préparions de petits flacons poudriers, bouchant à l'émeri, d'environ 15 cc. de capacité et renfermant 9 cc. d'eau distillée stérile. En ajoutant, avec les précautions d'usage, 1 cc. d'eau pure, on obtenait une dilution au dixième de l'eau analysée, dans laquelle les Bactéries se trouvaient réparties, après agitation, de façon aussi uniforme que possible.

Le tableau suivant, dans lequel nous avons réuni un certain nombre de résultats obtenus avec cette méthode, montre que les numérations effectuées sur plaquesensemencées avec l'eau pure et l'eau diluée au dixième, fournissent des nombres assez voisins.

TABLEAU I

NUMÉROS des Analyses	QUANTITÉ D'EAU ENSEMENCÉE					
	3/20	6/20	9/20	3/100	6/100	9/100
<i>Au 15^e jour, nombre de colonies par cc.</i>						
6	33	28	38	33	50	33
8	204	179	172	192	160	128
10	240	266	252	300	233	255
13	76	71	67	"	84	98
14	150	114	102	133	100	112
15	251	229	205	"	260	277
17	325	319	325	412	299	343
17 bis	135	122	116	84	128	112
18	322	354	"	408	365	383
20	207	282	282	329	314	298
22	93	80	106	130	116	122
25	332	309	"	367	340	354
26	40	32	38	66	33	33
28	103	98	84	"	78	86
32	20	25	28	"	"	34
35	51	47	42	"	51	69

Cette technique se recommande par la simplicité et la rapidité de l'opération. Elle nous semble également pré-

senter des garanties sérieuses pour l'obtention rationnelle des nombres qui doivent servir à établir finalement la moyenne des colonies se développant, après un temps déterminé, sur les milieux nutritifs utilisés.

EXAMEN CRITIQUE DE QUELQUES CRITÉRIUMS DE CONTAMINATION DES EAUX POTABLES

BACILLE TYPHIQUE — L'origine hydrique de certaines maladies est devenue un dogme de l'épidémiologie; cependant, de nombreux bactériologistes et non des moindres font remarquer que, pour les fièvres continues, on est souvent dans l'impossibilité absolue de mettre en évidence l'agent causal : Bacille typhique et paratyphique.

En présence de ces faits, on a cherché à établir si l'eau avait été contaminée par des matières fécales ; dans l'affirmative, deux cas sont à considérer :

1^o Les matières fécales ne véhiculent aucun germe pathogène; dans ces conditions, la présence de selles ou matières fécales n'aura d'autre inconvénient que la répugnance qu'on peut éprouver à boire de l'eau ainsi polluée;

2^o Les matières fécales véhiculent du Bacille typhique.

Malheureusement, comme nous le disions tout à l'heure, la mise en évidence du Bacille typhique est délicate, pour ne pas dire plus. C'est à l'occasion de sa recherche dans les eaux que se fait sentir l'insuffisance manifeste de certains milieux de culture malgré les améliorations successives que l'on s'est efforcé d'apporter à leur constitution.

Au cours des vingt-cinq dernières années, on avait paru accorder une importance considérable à la notion d'isotonicité et on s'efforçait, autant que possible, de cultiver les germes dans des milieux isotoniques au sang. On dut bientôt s'apercevoir que l'eau salée, de concentration isotonique, était toxique pour de nombreuses Bactéries et la pression osmotique apparut alors comme n'étant par le critérium de la survie des Bactéries dans les solutions aqueuses d'élec-

trolytes. Ceux-ci d'ailleurs, ainsi que l'a montré LOEBE, sont doués d'un pouvoir toxique vis-à-vis de nombreux germes, bien que parfois des traces d'autres éléments puissent annihiler cette toxicité. Fait paradoxal : des traces de cuivre, par exemple, neutralisent l'action des électrolytes salins.

Le choix et la composition des milieux semblent donc dépendre non d'un seul, mais de nombreux facteurs tels que le rapport entre les éléments minéraux, l'ionisation, la tension superficielle, etc...

Comment expliquer, en effet, sans reconnaître cette complexité du phénomène et partant cette insuffisance des techniques que, dans certaines eaux ayant alimenté une population où sévit la fièvre typhoïde, il soit impossible de déceler la présence du Bacille typhique, quand on les enseme dans les milieux bactériologiques classiques?

D'ingénieuses hypothèses ont été formulées à cette occasion, et il nous semble intéressant de citer les plus récentes.

Première hypothèse. — Le Bacille typhique parcourerait un cycle d'évolution et les formes qui persistent dans l'eau seraient différentes des bâtonnets qu'on est habitué à observer au laboratoire. Il s'ensuit que, transportées dans les milieux usuels, ces formes ne se transforment pas de suite en bâtonnets et restent inaperçues.

Cette idée a surtout été émise par analogie avec les formes filtrables que l'on suppose exister chez de nombreuses Bactéries. Tout le monde admet un cycle chez les germes sporulés et, pour ne pas être aussi compliquées, les Bactéries asporulées offrent, néanmoins, une succession de formes dans leur cycle végétatif. Les variations observées sont toujours très limitées et aucune expérience rigoureuse n'a pu démontrer, jusqu'à présent, l'existence de formes très différentes de celles qui sont normales et bien connues.

En effet, parce qu'un germe traverse une bougie filtrante on ne doit pas en déduire qu'il est très différent de l'élément resté sur la bougie. D'autre part, dans les cultures bactériennes, il existe des plastides à leur point culminant

de végétation, et d'autres qui ont subi une altération plus ou moins grave et se trouvent de ce fait plus ou moins désagrégés. Un fragment de ces plastides traversera une bougie alors que des plastides entiers ne le feraient pas. Or, si la lésion, la fragmentation du plastide n'a pas été poussée trop loin il pourra, par un phénomène de régénération, se développer de suite et redonner les formes en bâtonnets dont il est issu. Ce sera bien un produit filtrable qui aura pu donner naissance aux bâtonnets (1).

De plus, chez les Bactéries comme chez tous les êtres, on rencontre des formes naines, normales et géantes. Peut-être seule la forme naine traverse-t-elle ? Dans tous ces cas, il n'y aura pas de différence fondamentale entre la forme observée dans le tube de culture et la forme filtrante. Donc l'existence de cycles compliqués chez certaines Bactéries (Microsiphonées exceptées) reste à démontrer et, dans l'état actuel de la science, on n'est pas fondé de différencier du bâtonnet typhique des formes de résistance.

Deuxième hypothèse. — Les belles recherches de D'HERELLE ont démontré l'existence d'un agent (le bactériophage) pouvant, dans certains cas, détruire, lyser, dissoudre des plastides bactériens déterminés et s'opposer ainsi à leur développement. Cet agent se trouvant très répandu, il est possible qu'on ensemence, en même temps, le Bacille typhique et son bactériophage. Cette hypothèse expliquerait pourquoi

(1) La question de la filtrabilité de certaines plastides a été rapprochée par quelques microbiologistes de celle du symplasma bactérien qu'ils ont prétendu identifier.

Ce « symplasma », selon LÖHNIS et DAN JONES résulterait de la fusion normale des cytoplasma et serait doué d'un pouvoir régénérateur, car il s'y développerait des éléments très petits « gonidies » parfois même, peut-être, filtrables, ou assez gros, « corps régénérateurs ».

Contrairement à cette opinion, les recherches cytologiques d'un savant français, M. BEAUVERIE (*), ont établi que les phénomènes observés et décrits résulteraient d'un début d'autolyse, de dégérescence ou d'une dissociation des cellules par l'action mécanique de l'étalement du frottis, ce qui fait apparaître des granules de métachromatine au sein d'une masse protoplasmique. La formation d'un symplasma bactérien n'est en tous cas nullement démontrée.

(*) BEAUVERIE (J.). Le symplasma bactérien existe-t-il ? Cas de l'*Azotobacter*. C. R. Académie des Sciences. 8 juin 1925.

le Bacille transporté dans un milieu électif ne se développe pas et passe parfois inaperçu. Ceci n'est toutefois possible qu'à la condition que le bactériophage se développe plus facilement que le Bacille dans le milieu dit électif.

Troisième hypothèse. — Quand on transporte un élément microbien d'un milieu A dans un autre échantillon du même milieu A, même si A est éminemment favorable, on assiste au phénomène suivant : il y a tout d'abord mort en masse des germes apportés dans le milieu neuf A, de nombreux plastides sont détruits, mais bientôt ceux qui persistent se multiplient et envahissent plus ou moins le milieu. Ces faits, bien étudiés, découlent des nombreuses recherches de GOTSCHLICH, WEIGANG, etc... (1).

En conséquence, lorsqu'on ensemence de l'eau présumée renfermer du Bacille typhique, on n'en peut apporter tout d'abord qu'un nombre restreint; la destruction massive qui s'opère ensuite peut, si les germes ne sont pas assez nombreux, ne laisser aucun survivant.

Ce processus de stérilisation des cultures nous paraît également plausible et c'est l'expérience qui permettra de se prononcer entre ces deux hypothèses possibles.

COLIBACILLE. — En présence de ces faits on a cherché à déceler des indices de contamination de l'eau par les selles ou matières fécales.

Tout d'abord, le Colibacille existe normalement dans l'intestin; il était donc indiqué de rechercher, comme test de contamination la présence de ce Bacille. On s'est basé pour cela sur la propriété que possède ce germe de pousser en milieu phéniqué, de faire fermenter le glucose et de réduire le rouge neutre, à la température bien constante de 40°5.

Mais on s'aperçut bientôt que d'autres germes, dans ces

(1) Nous ferons remarquer ici que des auteurs récents s'attribuent à tort une priorité qui appartient non seulement aux auteurs cités, mais à de nombreux autres auteurs.

conditions pouvaient produire le virage et la fermentation. Indépendamment de cette cause d'erreur initiale, le groupe du Colibacille est en lui-même très hétérogène.

Certains auteurs ont constaté, en effet, des variations notables intéressant aussi bien le pouvoir réducteur, la production d'indol que la fermentation du glucose et la motilité, souvent fort variable suivant les souches étudiées. Toutes ces variations se traduisent par des aspects différents des colonies et il est classique de considérer au moins deux catégories de Colibacille. Ainsi ce germe, tel que l'on décrit les bactériologistes, ne nous apparaît pas comme une espèce bactérienne univoque.

C'est un *caput mortuum*, et il semble qu'on ait réuni, dans ce groupe, non pas des germes très différents, mais certainement des souches bactériennes renfermant des germes étrangers. Ce fait, si on l'admettait, permettrait d'expliquer l'instabilité des caractères et les variations biologiques signalées, qui attestent les facultés considérables d'adaptation des Bactéries groupées sous l'appellation générique de Colibacille.

On connaît l'extrême difficulté qu'il y a parfois d'obtenir des cultures pures de certains germes. Les anciens bactériologistes étaient si bien convaincus de cet axiome qu'ils attiraient toujours l'attention des débutants sur cette question. Mais, dans notre siècle de vie accélérée, on a cherché, avant tout, à utiliser une technique d'isolement ultra rapide, sans se soucier si la rapidité n'était pas obtenue au détriment de la précision. Nous ne voulons pas dire que la mutation et les variations ne puissent s'observer chez les Bactéries. Au contraire, étant donnée la rapidité des générations, une toutes les vingt à trente minutes, on conçoit qu'il serait possible, en cultivant un germe quelques années, d'observer des variations. Mais on ne saurait parler de variation qu'à la condition absolue d'utiliser des méthodes permettant d'opérer, à l'origine, sur un seul plastide bactérien. Tous les travaux effectués sur des cultures isolées, par les méthodes dites « modernes » des bactériologistes, ne sauraient en aucune

façon être invoqués en faveur des variations ou mutations. Il est possible que ces travaux renferment une bonne part de vérité mais les chances d'erreurs systématiques sont tellement grandes qu'il faut tenir les conclusions de ces auteurs comme suspectes et ne les accepter que sous réserve. Nous citerons un exemple que nous avons pu observer au Laboratoire, qui démontrera la difficulté qu'on peut rencontrer dans l'obtention de cultures pures, même en ayant recours aux techniques les plus rigoureuses.

Un de nos camarades, M. BILDZINSKY, avait trouvé une Bactérie produisant un pigment jaune dans des solutions de cuivre colloïdal. Tous les échantillons de cuivre colloïdal donnaient à l'isolement des colonies jaunes qui, cependant, non rigoureusement identiques, différaient entre elles par des caractères secondaires. Cependant, pour procéder aux isollements M. BILDZINSKY s'entourait des précautions les plus minutieuses, dilutions méthodiques dans l'eau physiologique stérile, matériel deux fois stérilisé à 120°, travail effectué le matin dans une atmosphère calme, en l'absence de toute personne étrangère sauf le Professeur présidant aux recherches, etc... Malgré tout, après quinze isollements, on observait encore un certain nombre de colonies différentes. Les variations morphologiques qui apparaissaient indiquaient incontestablement une culture mixte.

Nous rappellerons également les difficultés rencontrées par notre Maître, M. le Professeur LASSEUR, qui ne put obtenir de culture pure du *B. Le Monnier* qu'après douze ou treize passages.

Si en conduisant les expériences avec de tels soins on rencontre autant de difficultés, il n'est pas étonnant qu'on obtienne, en opérant sans isolement préalable comme dans le cas des analyses d'eaux, des résultats quelquefois incertains.

*
* *

Il ressort donc de cet ensemble de faits que l'appréciation de la qualité d'une eau d'alimentation, basée sur la mise

en évidence de tests de contamination tels que le Bacille typhique ou le Colibacille, demeure, du fait des techniques utilisées actuellement, une opération très délicate dans la plupart des cas, aléatoire même parfois. Aussi certains auteurs ont-ils songé à utiliser comme critères de pollution, le Staphylocoque, le Streptocoque ou l'ensemble des Bactéries de la putréfaction. Parmi ces dernières, un certain nombre trahissent leur présence dans les milieux par les colorations qu'elles leur communiquent. Ces Bactéries chromogènes développent dans les cultures tantôt une fluorescence verte (Bacilles fluorescents), tantôt une coloration rouge (*B. prodigiosus*, *B. kiliensis*) ou violette (*B. violaceus*).

Délaissant donc la recherche directe du Bacille typhique, et en raison des travaux antérieurs effectués au laboratoire de M. le Professeur LASSEUR, nous avons procédé, sur ses indications, à la recherche systématique des Bactéries chromogènes dans les eaux potables en utilisant une technique nouvelle, qui n'avait pas été, jusqu'à présent, appliquée à l'examen bactériologique des eaux. Nous voulons parler de l'emploi des milieux chimiquement définis, dits milieux synthétiques.

EMPLOI DES MILIEUX SYNTHÉTIQUES POUR LA RECHERCHE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DES BACTÉRIES CHROMOGÈNES ET PARTICULIÈREMENT DES BACTÉRIES FLUORESCENTES.

BACTÉRIES CHROMOGÈNES. — La présence des Bactéries chromogènes dans les eaux destinées à l'alimentation a toujours été considérée comme un indice défavorable. De nombreux auteurs, bien connus par leurs belles recherches sur la flore bactérienne des eaux, et parmi lesquels nous citerons MIGULA (1890), IMBEAUX (1897), THIRY (1900), MIQUEL (1902), MACÉ (1904), BONJEAN (1906), LASSEUR (1913), ont en effet attiré l'attention sur la coïncidence existant entre la non-potabilité de l'eau et la présence des Bacilles fluorescents, de *B. violaceus*, *B. prodigiosus*, *B. pyocyaneus*, etc..., et autres espèces chromogènes. En effet, les eaux où elles furent rencontrées en nombre véhiculaient, dans de très nombreux cas, le Colibacille, ou se signalaient par la présence de fortes proportions de matières organiques, ce qui de toute façon devait les faire considérer comme franchement douteuses.

Les expériences des auteurs précités, sauf dans le cas de M. le Professeur LASSEUR, avaient comporté l'emploi de gélose ou de gélatine nutritive et, dans ces conditions, la recherche des Bacilles fluorescents que nous avons plus particulièrement envisagée, nous a conduit à des résultats identiques. En effet au cours d'une première série d'analyses, consignées dans le tableau suivant, nous avons noté l'apparition des germes fluorescents se développant sur gélatine. Ils apparurent toujours sur les plaques ensemencées avec des eaux relativement riches en germes microbiens, alors qu'ils ne semblaient pas exister dans les échantillons ne renfermant que peu de Bactéries.

Voici les résultats qui confirment cette opinion (Voir tableau ci-contre).

TABLEAU II

NUMÉROS des Analyses	ANALYSE CHIMIQUE	EXAMEN BACTÉRIOLOGIQUE	BACILLES fluorescents
6	Eau de bonne qualité	Numération : 36 colonies par cc. dont 10 colonies liquéfiantes et 9 moisissures. Recherche du Colibacille : négative	Absence
7	Eau de qualité douteuse	Numération : 2.060 colonies par cc. dont 1.270 colonies liqué- fiantes et 55 moisissures	Présence
8	Eau d'assez bonne qualité	Numération : 179 colonies par cc. dont 70 colonies liquéfiantes. Recherche du Colibacille : négative	Présence
10	Eau de médiocre qualité	Numération : 259 colonies par cc. dont 104 colonies liquéfiantes. Recherche du Colibacille : négative	Présence
12	Eau de médiocre qualité	Numération : 365 colonies par cc. dont 204 colonies liquéfiantes et 18 moisissures. Recherche du Colibacille : négative	Présence
14	Eau d'assez bonne qualité	Numération : 118 colonies par cc. dont 62 colonies liquéfiantes et 8 moisissures. <i>Micrococcus luteus</i> Recherche du Colibacille : négative	Présence
17	Eau de médiocre qualité	Numération : 337 colonies par cc. dont 84 colonies liquéfiantes. Recherche du Colibacille : négative	Présence
17 bis (1)	Eau d'assez bonne qualité	Numération : 116 colonies par cc. dont 40 colonies liquéfiantes et 16 moisissures. Recherche du Colibacille : négative	Absence

(1) Analyse de l'eau de la même source (Brichambeau) prélevée à quel-
que jours d'intervalle.

TABLEAU II (suite).

NUMÉROS des Analyses	ANALYSE CHIMIQUE	EXAMEN BACTÉRIOLOGIQUE	BACILLES fluorescents
20	Eau de médiocre qualité	Numération : 285 colonies par cc. dont 95 colonies liquéfiantes. Recherche du Colibacille : négative	Présence
22	Eau de bonne qualité	Numération : 108 colonies par cc. dont 30 colonies liquéfiantes et 20 moisissures. Recherche du Colibacille : négative	Absence
26	Eau de bonne qualité	Numération : 40 colonies par cc. dont 13 colonies liquéfiantes et 7 moisissures. Recherche du Colibacille : négative	Absence

Indépendamment du fait, dûment constaté qui veut que ces Bacilles fluorescents ne coexistent qu'avec les flores microbiennes très riches, on doit considérer l'influence du milieu de culture qui est loin d'être négligeable. En effet des séries d'échantillons d'eau pourront ne pas renfermer ces germes, alors que, dans les mêmes conditions, il arrivera qu'on les rencontre dans tous les échantillons analysés. Il semble qu'on doive attribuer ce fait aux très légères différences pouvant exister dans la préparation de deux mêmes milieux nutritifs.

Pour obvier à ces variations inhérentes aux techniques adoptées jusqu'à présent et qu'il nous était impossible d'éviter, nous avons dû employer une méthode nouvelle qui permet, de façon élective, la mise en évidence des Bactéries dont nous recherchions la présence. En général, pour atteindre un tel but en présence des germes d'une flore donnée, on dispose de deux groupes de procédés :

1^o On peut réaliser un milieu qui soit éminemment favorable à un des germes de telle façon que, dans ces conditions de culture, le germe envisagé se développe plus abondamment et plus rapidement que les autres et arrive en définitive à envahir exclusivement le milieu. Nous aurons là une culture non rigoureusement pure, mais où l'abondance du premier germe imprimera néanmoins l'ensemble de ses caractères; par purification ultérieure, on en aura aisément et rapidement une culture pure.

2^o On cultive les germes dans des conditions défavorables (grâce à l'emploi des antiseptiques, d'une chaleur élevée, etc.), mais on utilise la faculté qu'a un des germes de résister plus que tous les autres aux conditions défavorables ainsi créées.

Pour l'étude des Bactéries fluorescentes nous avons utilisé les milieux synthétiques parce que la fluorescence, ainsi qu'il résulte des nombreux travaux de DUCLAUX, MEYER, et particulièrement de GESSARD (1), LEPIERRE (2) et LASSEUR, ne se manifeste surtout que dans des conditions déterminées et que son appréciation, à l'œil nu, est aisément perceptible dans ces milieux. Il est évident que si on utilisait les rayons ultra-violets (en employant l'écran de CURIE au Nickel), on observerait la fluorescence dans tous les milieux; mais malheureusement ce mode d'appréciation est tellement sensible que les milieux nutritifs eux-mêmes, avant l'apparition de tout corps microbien, paraîtraient déjà fluorescents à cette échelle d'observation.

On doit donc se résoudre à utiliser un procédé qui, tout en étant suffisamment sensible, ne le soit cependant d'une façon exagérée et permette de distinguer ce qui appartient au milieu nutritif et ce qui appartient aux pigments microbiens.

Le pouvoir chromogène des Bactéries était apparu comme

(1) GESSARD (C.). Sur la fonction fluorescigène des microbes. *Ann. Institut Pasteur*, t. VI, p. 180.

(2) LEPIERRE (C.). Étude d'un bacille fluorescent pathogène. *Ann. Institut Pasteur*, t. IX, p. 163.

une propriété très inconstante des plastides microbiens. En réalité, les Bactéries secrètent toujours leurs pigments lorsqu'elles sont mises dans des conditions déterminées; si dans certains cas, on ne peut expliquer la disparition du pouvoir chromogène, ou l'exaltation de cette fonction, cela tient à ce que des quantités très faibles, des traces de certains éléments suffisent pour l'atténuer, la supprimer ou l'exalter.

La fonction chromogène n'est donc pas une propriété capricieuse, mais, comme le pouvoir pathogène, le pouvoir ferment et phothogène, elle demeure sous la dépendance de facteurs déterminés.

MILIEUX SYNTHÉTIQUES. — Les milieux naturels ont l'inconvénient d'offrir une composition extrêmement variable et c'est, cultivées sur ces milieux que les Bactéries montrent les irrégularités du pouvoir chromogène déjà signalées. Avec les milieux synthétiques, de composition chimiquement définie, il est possible, d'une part, de rechercher l'influence de tel ou tel élément sur la fonction chromogène et surtout fluorescigène; d'autre part, d'obtenir ces milieux toujours identiques à eux-mêmes et par conséquent permettant des expériences dont les résultats peuvent être comparés.

Comme milieu synthétique type nous avons adopté celui que M. le Professeur LASSEUR avait réalisé pour cultiver un germe fluorescent, le *B. chlororaphis* G. et S., isolé des eaux potables. Sa composition est la suivante et nous le désignerons dorénavant, milieu synthétique L. I.

Eau	100 grammes
Asparagine	0,700
Glycérine	2,500
Phosphate dipotassique.....	0,250
Sulfate de magnésie.....	0,500
Chlorure de calcium.....	0,040
Sulfate ferreux.....	0,010

Dissoudre à chaud l'asparagine, ajouter la glycérine et le phosphate dipotassique puis, rapidement, le sulfate de ma-

gnésie, le chlorure de calcium et le sulfate ferreux. Pour ce dernier corps, il est préférable d'utiliser une solution dans l'eau bouillie refroidie.

Le milieu ainsi obtenu est alors immédiatement neutralisé à la soude normale, à raison de 16 cc. d'NaOH N pour 5 gr. de phosphate dipotassique. En opérant ainsi le milieu L. I. a un PH égal à 6,1. On le distribue de suite en tubes, par fractions d'environ 10 cc., et après agitation du liquide qui permet une répartition homogène de l'abondant précipité formé. On stérilise ensuite à 115°, pendant une demi-heure.

Pour que soit respectée la constance de composition qui constitue l'avantage principal des milieux dits « synthétiques », on doit s'entourer de précautions qui doivent permettre de s'assurer de la neutralité du verre employé, de la qualité de l'eau utilisée, enfin de la pureté rigoureuse des corps en dissolution.

On connaît la facilité avec laquelle certains verres sont attaqués, dès la température ordinaire, par l'eau distillée et à plus forte raison au contact des milieux, lors de la stérilisation à l'autoclave. Même lorsqu'ils sont de bonne qualité, ces verres ont leur couche superficielle facilement attaquable, car en cours de fabrication on leur incorpore toujours un excès d'alcali, ce qui permet d'abaisser leur point de fusion.

L'importance du phénomène est telle qu'on doit lui attribuer parfois l'échec de certaines techniques particulièrement délicates. C'est ainsi que, dans l'agglutination macroscopique des plastides bactériens par un sérum homologue, il n'est pas rare de ne percevoir aucune précipitation lorsqu'on utilise des tubes neufs non vieillis. Les électrolytes cédés par le verre suffisent à stabiliser la suspension et s'opposent à sa précipitation (LASSEUR).

Aussi toute la verrerie utilisée et particulièrement les tubes où le milieu doit séjourner doivent-ils être soigneusement essayés, ce que nous n'avons pas manqué de faire (1); lors-

(1) Indépendamment de cela, nous avons vérifié, de temps en temps, la réaction bien constante du milieu.

que ces essais ne donnent pas entière satisfaction on peut procéder à un vieillissement artificiel qui s'effectuait, au laboratoire de Microbiologie, à l'aide d'un appareil que nous décrirons sommairement.

Cet appareil est formé essentiellement par un récipient cylindrique, en forme de bouteille, calorifugé par de l'amiante, comportant un niveau, et dans lequel on fait bouillir de l'eau. Il est fermé à la partie supérieure par un bouchon laissant passer un tube de verre conduisant la vapeur. On place le verre à vieillir (éprouvette, ballon, etc...) de manière à ce qu'il reçoive le jet de vapeur. L'eau de condensation retombe dans la capsule complétant la fermeture et un petit tube, placé latéralement la ramène dans le récipient. On fait passer le courant de vapeur jusqu'à ce que le verre ne cède plus rien et l'on suit la marche de l'opération par des essais à la phénolphtaléine.

La pureté de l'eau employée pour la préparation des milieux et, d'une façon générale, utilisée en Biologie, a pris dans ces dernières années une importance extraordinaire. En effet, l'eau qu'on exige exempte de matière organique, ne doit, par surcroît, renfermer que très peu de matières minérales, car on s'est aperçu que des quantités extrêmement petites de certains électrolytes pouvaient troubler notablement nombre de réactions. Les récentes et délicates recherches de MM. LASSEUR et GIRARDET (1) ont établi, qu'en pratique, on pouvait considérer comme une eau distillée de bonne qualité celle dont la conductibilité spécifique approchait de $K \leq 1 \times 10^{-6}$ à 25° C., ce qui approximativement, correspondrait à un poids de substance minérale égal à 0 mgr. 5 (exprimé en NaCl) par litre. Il est relativement aisé d'arriver à ce résultat dès la première distillation, en utilisant l'appareil en étain mis au point par les auteurs précités.

(1) LASSEUR et GIRARDET. L'eau pure en Biologie, *Bulletin de la Société de Chimie Biologique*, 1924, t. VI, p. 314.

Les produits livrés par le commerce, même lorsqu'ils sont d'une pureté largement suffisante pour toutes autres opérations courantes, doivent, lors de la préparation des milieux chimiquement définis être, de nouveau, soigneusement purifiés.

La fonction chromogène de certaines Bactéries, ainsi que l'a établi LASSEUR (1) peut, en effet, être grandement influencée par la présence de certains éléments à l'état de traces. C'est le rôle des très faibles quantités de fer existant dans le milieu L. I. Il n'est donc pas douteux dans ce cas, qu'inversement, la présence d'autres électrolytes, n'existeraient-ils eux aussi qu'à l'état de traces, puisse gêner ou empêcher l'apparition de la fluorescence ou, de la coloration recherchée.

RÉACTION DES MILIEUX. — DÉTERMINATION DU PH.

La réaction des milieux utilisés en microbiologie a toujours présenté une importance considérable. Il y a quelques années encore, on synthétisait ce fait par cet adage qui voulait que les Moisissures et les Levures préfèrent les milieux acides, et les Bactéries, les milieux faiblement alcalins ou neutres. Cette règle souffrait évidemment des exceptions et nous pouvons citer, par exemple, d'une part le Vibrion cholérique qui se développe dans un milieu très alcalin (milieu de DIEUDONNÉ) et d'autre part les nombreux germes qui se multiplient abondamment dans les milieux acides (Bactéries acidophiles). A ce moment, la notion d'alcalinité et d'acidité, nette dans l'esprit des physiciens et des chimico-physiciens demeurait confuse chez les biologistes. On s'en tenait pour déterminer la réaction des milieux aux méthodes de titration habituelles. Or dans de nombreux cas, ces derniers, plus ou moins complexes, contiennent des matières

(1) LASSEUR (Ph.). Observations sur le pouvoir chromogène de quelques Bactéries. Extrait du *Recueil publié à l'occasion du Jubilé scientifique au Professeur G. LE MONNIER*, 1913, p. 103.

albuminoïdes ou leurs produits de fragmentation (acides aminés) et il est souvent très difficile d'y effectuer des mesures acidimétriques ou alcalimétriques.

En tout cas, elles sont tout à fait insuffisantes pour nous renseigner sur l'acidité réelle du milieu; ce n'est pas, en effet, la concentration des molécules acides présentes (acidité totale) qui influe, mais bien la concentration des ions H^+ , (acidité réelle) ce qui est essentiellement différent.

Dès 1906, V. HENRY dans son *Traité de Chimie Physique*, parlant des applications à la Biologie, avait montré que ce qui caractérise un milieu acide c'est sa concentration en ions H^+ , un milieu alcalin, sa concentration en ions OH^- . Malheureusement les travaux de V. HENRY et de ses élèves passèrent, à l'époque, un peu trop inaperçus en France.

Une notion nouvelle, introduite depuis peu, devait par contre séduire les biologistes. La mesure de la réaction des milieux, en vue de déterminer la concentration en ions hydrogène, est basée sur la théorie de la dissociation des électrolytes à l'état d'ions, lorsqu'ils sont en solution aqueuse. Or, si nous envisageons le cas d'une solution acide normale, l'intensité de cette dissociation, qui varie en fonction de la concentration et surtout de la nature de l'électrolyte, détermine la force de cet acide, et par là même son acidité réelle qui peut souvent différer de son acidité totale, car elle dépend essentiellement du nombre d'ions H^+ libérés.

Pour exprimer et comparer plus facilement les diverses acidités, il a paru plus simple à SÖRENSEN d'employer un artifice de calcul favorisant grandement la représentation graphique. Au lieu d'opérer avec le chiffre absolu qui correspond à l'acidité réelle, il ne considère que le logarithme changé de signe du nombre exprimant la concentration en ions H^+ . C'est ainsi qu'il fut amené à proposer le symbole :

$$pH = -\log. [H^+] = \log. \frac{1}{[H^+]} = \text{colog. } [H^+].$$

Ces considérations seraient applicables en tous points au

cas des solutions alcalines (les ions OH^- se substituant alors aux ions H^+), mais il est plus commode d'exprimer l'alcalinité également en fonction de la concentration en ions H^+ , ce qui permet de traduire la réaction d'un milieu quelconque uniquement par la notation du PH . Malheureusement le PH augmente quand l'alcalinité croît.

Indépendamment de la facilité relative que présentent ces déterminations, elles permettent d'atteindre une précision bien plus rigoureuse dans les expériences envisagées. En particulier, on parvient à réduire dans des proportions considérables, l'influence fâcheuse des substances « tampons » (sels de sodium des acides faibles, phosphates, protéines, etc...) si fréquentes dans les milieux, et qui, en masquant l'acidité ou l'alcalinité, rendent presque inutilisables tous autres procédés d'évaluation.

Aussi, désirant non seulement connaître la réaction du milieu L. I. que nous employons pour la recherche des Bacilles fluorescents, mais encore déterminer leur zone optima de développement, avons-nous renoncé à la neutralisation des bactériologistes en présence de tournesol, phénolphtaleine, etc... Nous avons utilisé la notion du PH et la méthode électrométrique fut choisie pour les déterminations.

Celles-ci furent effectuées, avec l'appareil KLING et LASSEUR, à température constante, grâce aux dispositifs spéciaux de l'installation existant au laboratoire de M. le Professeur LASSEUR.

RECHERCHE DE LA RÉACTION OPTIMA DU MILIEU SYNTHÉTIQUE L. I.

Lorsque, à des milieux de culture un peu fluorescents, on ajoute une base fixe ou volatile, de l'ammoniaque par exemple, la fonction fluorescigène se trouve exaltée. De même, l'addition d'acides minéraux forts, à ces mêmes milieux, en atténue ou en masque la fluorescence. Pour ne pas être perceptible à l'œil dans ces conditions, le pigment chromogène

n'en existe pas moins, car, par neutralisation du milieu, on le remet aisément en évidence.

Étant donnés ces faits, il semblerait qu'il faille utiliser pour la recherche des Bactéries fluorescentes des milieux au moins neutres, sinon de réaction alcaline. L'expérience nous a prouvé que ce n'est pas ainsi qu'il convient d'opérer. En effet, l'eau renferme toujours, à part quelques exceptions, plusieurs espèces microbiennes parfois même un grand nombre. Or, si la réaction neutre ou alcaline convient pour la plus grande majorité des Bactéries de l'eau, elle n'est pas indispensable aux germes fluorescents, tout au moins à la plupart, qui peuvent se contenter de milieux assez acides dont le PH peut atteindre 6,5, 6,4, 6,3, 6,2, 6,1.

Afin de nous rendre compte de cette affinité particulière nous avons préparé le milieu synthétique L. I. adopté, en faisant varier son acidité. A cet effet nous l'additionnions, au moment de sa neutralisation, de quantités décroissantes de solution normale de soude. Pour les quantités indiquées dans la formule citée précédemment, la neutralisation, avec les quantités suivantes de soude permettait d'obtenir, après passage à l'autoclave, les trois degrés d'acidité indiqués ci-dessous :

24 cc. de solution N de soude, pour 5 gr. de phosphate dipotassique donnent un milieu de.	PH = 6,5
20 cc. de solution N de soude, pour 5 gr. de phosphate dipotassique donnent un milieu de.	PH = 6,3
16 cc. de solution N de soude, pour 5 gr. de phosphate dipotassique donnent un milieu de.	PH = 6,1

Examinons ce qui se passe lorsqu'on ensemence une eau véhiculant un grand nombre d'espèces microbiennes, parmi lesquelles se trouvent des Bactéries fluorescentes.

1^o Supposons tout d'abord qu'on expérimente avec un milieu de réaction alcaline. Si les Bactéries fluorescentes sont peu abondantes, les autres germes de l'eau se développent en nombre et s'opposent par concurrence vitale à leur multiplication; après quelques jours, on obtient des cultures

très troubles, d'un blanc laiteux, mais n'offrant pas de pigments chromogènes.

2° Ensemençons cette même eau dans le milieu synthétique L. I., de $\text{PH} = 6.1$; nous constatons qu'après 24 heures ou 48 heures, 3 jours au plus, il se développe dans la couche supérieure de la colonne liquide, sur une hauteur de 2 à 3 mm. un trouble coloré en vert jaunâtre, fluorescent. Le reste du liquide nutritif demeure limpide. En effet, les germes aérobies (ici, les Bacilles fluorescents) se sont seuls développés et manifestent leur présence par la production du pigment chromogène. Les autres Bactéries, ou bien ne se développent pas, ou se développent mal. Dans ce cas, les Bacilles fluorescents envahissent bientôt la totalité du tube de culture et constituent une colonie presque pure.

Mais cet aspect des cultures se modifie assez rapidement. En effet, ainsi qu'il résulte des travaux déjà anciens de GRIMBERT (1) et de ceux, plus récents de LASSEUR (2), les Bacilles fluorescents attaquent rapidement l'asparagine en produisant de l'ammoniaque qui neutralise l'acidité du milieu; si bien qu'après un certain temps les autres germes peuvent à leur tour se développer. On retombe alors dans le cas ordinaire déjà envisagé.

La lecture des cultures ne doit donc pas être effectuée à une date trop reculée et il est nécessaire de les examiner chaque jour.

En présence de ces faits nous considérerons la réaction acide comme convenant plus particulièrement à la recherche rapide des Bacilles fluorescents dans les eaux.

Les expériences auxquelles nous avons procédé montreront en outre pour quelle valeur du PH le milieu L. I. nous a donné les meilleurs résultats.

(1) GRIMBERT (L.). Diagnostic des Bactéries par leurs fonctions biochimiques (Thèse Médecine, Paris, 1903).

(2) LASSEUR (Ph.). Contribution à l'étude de *B. chlororaphis* G. et S. (Thèse Sciences, Nancy, 1911, p.76).

QUANTITÉS A ENSEMENTER. — Considérons une eau ne renfermant que des Bacilles fluorescents. Il est évident que, dans ces conditions, la quantité ensemencée ne présenterait au point de vue qualitatif qu'une importance relative. Mais ce ne peut être qu'une hypothèse et le cas ne se rencontre que très rarement dans la nature. En général, l'eau renferme différentes espèces microbiennes et l'on peut envisager deux éventualités :

1^o Les Bacilles fluorescents sont rares ;

2^o Les Bacilles fluorescents sont abondants.

1^o On pourrait dans ce cas avoir tendance à ensemencer des quantités assez importantes d'eau analysée, soit 10 à 20 cc. Cette technique ne peut être envisagée qu'à la condition d'ensemencer l'eau dans un volume de liquide nutritif tel que l'apport effectué ne modifie pas la composition du milieu. En effet, additionnons 10 cc. de milieu de 10 cc. d'eau ; on diminue de moitié la concentration des éléments nutritifs et l'apport des produits minéraux et organisés est alors assez notable pour modifier la réaction du milieu et fausser complètement sa valeur.

2^o Si on soupçonne une abondance de germes fluorescents, on ensemencera des quantités relativement faibles d'eau, mais dans un milieu que son PH rende électif, de telle façon que les Bacilles fluorescents puissent se développer avant que les autres Bactéries de l'eau arrivent à se multiplier.

Pour nos recherches nous avons ensemencé successivement trois tubes de milieu L. I., contenant environ 10 cc. de liquide nutritif avec 0 cc. 1, 0 cc. 5 et 1 cc. d'eau examinée. Nous avons pris soin de nous assurer que cette quantité de 1 cc. n'apportait aucune perturbation influençant d'une façon notable soit la réaction du milieu, soit sa valeur nutritive. Cependant, les résultats indiqués ultérieurement montreront que cette quantité est suffisante pour déceler la présence des germes fluorescents même dans des eaux considérées comme de très bonne qualité. Il nous semble donc utile de ne pas additionner le milieu L. I. d'une quantité d'eau supérieure au 1/10 de son volume. Par contre, dans l'hypothèse

TABLEAU III

Nombres des Analyses	Quantité ensemencée	PH = 6,1				PH = 6,3				PH = 6,5			
		o cc. 1	o cc. 5	1 cc.		o cc. 1	o cc. 5	1 cc.		o cc. 1	o cc. 5	1 cc.	
9	{ Fluorescence Turbidité....	Nullé Nullé	Nullé Nullé	Très nette Nullé		Nullé Nullé	Nullé Nullé	Nullé Nullé		Nullé Légère	Légère Très nette	Nullé Très nette	
11	{ Fluorescence Turbidité....	Nullé Nullé	Nullé Nullé	Très nette Nullé		Trés légère	Trés légère	Légère Trés légère		Nullé Nette	Nullé Nette	Légère Nette	
13	{ Fluorescence Turbidité....	Nullé Nullé	Nullé Nullé	Très nette Nullé		Nullé Nette	Nullé Nette	Nette Nette		Nullé Nette	Nullé Nette	Nullé Nette	
15	{ Fluorescence Turbidité....	Nullé Nullé	Très nette Trés légère	Nullé Intense		Légère Nette	Légère Tr. intense	Nullé Tr. intense		Trés légère Nette	Légère Intense	Nullé Intense	
18	{ Fluorescence Turbidité....	Nullé Nullé	Très nette Légère	Très nette Légère		Légère Nette	Nullé Intense	Nette Intense		Légère Intense	Légère Intense	Légère Intense	
23	{ Fluorescence Turbidité....	Nullé Trés légère	Nullé Trés légère	Très nette Trés légère		Nullé Nette	Légère Nette	Légère Nette		Nullé Très nette	Trés légère Très nette	Trés légère Intense	
25	{ Fluorescence Turbidité....	Nullé Nullé	Nullé Nullé	Très nette Trés légère		Nullé Légère	Nullé Légère	Nette Légère		Légère Nette	Légère Intense	Trés légère Intense	
28	{ Fluorescence Turbidité....	Nullé Trés légère	Légère Trés légère	Intense Trés légère		Légère Nette	Légère Nette	Nette Nette		Nullé Très nette	Trés légère Intense	Trés légère Intense	
28 ^{bis}	{ Fluorescence Turbidité....	Nullé Nullé	Nullé Nullé	Très nette Nullé		Nullé Nette	Nullé Nette	Légère Nette		Nullé Nette	Nullé Nette	Nullé Nette	
32	{ Fluorescence Turbidité....	Nullé Nullé	Nette Nullé	Très nette Trés légère		Nullé Nette	Nullé Nette	Légère Nette		Trés légère Nette	Faible Nette	Faible Nette	
35	{ Fluorescence Turbidité....	Nullé Nullé	Nullé Nullé	Très nette Trés légère		Nullé Légère	Légère Très nette	Légère Très nette		Trés légère Légère	Légère Nette	Atténuée Nette	

où les Bacilles fluorescents sont abondants, 0 cc. 1 est suffisant pour permettre d'identifier ces Bactéries avant l'envahissement de la culture par les autres germes.

TEMPÉRATURE. — On sait que les Bactéries vivant dans l'intestin, le fumier, le sol sont thermophiles et se développent particulièrement bien aux températures de 37°, 40°, 41° C., etc... Lorsqu'on procède à la recherche des Bactéries chromogènes et plus spécialement à celle des Bacilles fluorescents, il faut effectuer la culture à des températures comprises entre 25 et 30° C. En effet, certains germes élaborant des pigments chromogènes donnent à 37° des cultures incolores. Il sera donc rationnel de maintenir les cultures de Bacilles fluorescents aux environs de 25°, la température des laboratoires étant à la rigueur encore favorable.

* * *

Les résultats consignés ci-dessus nous ont permis de déterminer l'acidité optima que doit présenter le milieu électif employé. Comme nous l'avons indiqué, trois tubes contenant le milieu synthétique L. I., de $\text{PH} = 6.1$ recevaient respectivement 0,1, 0,5 et 1 cc. d'eau examinée. Nous opérions de même avec des milieux L. I., de $\text{PH} = 6.3$ et 6.5. L'apparition de la fluorescence était notée dès le deuxième jour.

Ainsi qu'on peut le constater, c'est le milieu L. I., de $\text{PH} = 6.1$ qui paraît, dans la grande majorité des cas, et pour les raisons déjà indiquées, favoriser de façon particulière le développement des Bacilles fluorescents des eaux.

Ce milieu semble donc déterminer une sélection parmi les espèces bactériennes dont seules les mieux adaptées au liquide nutritif se développent. Il y a là, vraisemblablement, un filtrage au sens de DAWENPORT, MORGAN et du célèbre zoologiste L. CUVÉNOT. Cette notion, introduite en bactériologie par LASSEUR en 1911, a fait, plus récemment, l'objet des recherches d'EFFRONT sur les Levures (1).

(1) EFFRONT (J.). Sur les variations du pouvoir absorbant des Levures (*C. R. Soc. Biologie*, 1925, t. XCIII, p. 1248).

NÉCESSITÉ D'UNE DÉTERMINATION QUANTITATIVE DES BACTÉRIES FLUORESCENTES

La simple recherche qualitative, effectuée sur de nombreux échantillons d'eau, montre rapidement que la sensibilité du milieu choisi est très grande ; en effet on rencontre, lorsqu'on l'emploie, les germes chromogènes dans presque toutes les expériences. Il est donc nécessaire, si on désire utiliser leur présence comme test de contamination éventuelle, d'opérer une estimation quantitative.

C'est ce que nous avons fait en adoptant la méthode usitée pour la numération du Colibacille. La fluorescence obtenue, par exemple, en ensemençant 0 cc. 1 est attribuée à la présence d'au moins un Bacille fluorescent, ce qui donne un chiffre de 10.000 germes par litre d'eau examinée.

Les deux exemples que nous allons citer et les résultats personnels qui suivront montrent que la présence de quelques milliers de Bactéries fluorescentes, trouvées dans une eau, ne saurait en aucune façon la faire considérer comme suspecte de contamination par des matières fécales ou des organismes en putréfaction. Au contraire, des chiffres supérieurs — au delà de 10.000 germes, au moins — seraient de nature à la faire rejeter.

I. — Analyse de la source M... (1) :

Eau de bonne qualité au point de vue chimique.

Au 15^e jour, 80 colonies microbiennes par centimètre cube (*B. luteus*, *Penicillium glaucum*).

Absence de Colibacille et de Bactéries fluorescentes (ensemencement sur gélatine).

L'emploi du milieu synthétique L. I. révèle la présence d'au moins 40.000 Bacilles fluorescents par litre.

(1) M. le Professeur LASSEUR a bien voulu nous communiquer ces deux analyses.

II. — Analyse de l'eau d'un sondage à C... :

Eau de bonne qualité au point de vue chimique.

Au 20^e jour, 20 colonies microbiennes par centimètre cube (*B. aurantiacus*).

Absence de Colibacille.

L'ensemencement sur milieu synthétique L. I. montre néanmoins, dès le troisième jour, la présence d'au moins 1.000 Bacilles fluorescents par litre.

L'utilisation des milieux de culture classiques n'a pas permis la mise en évidence, dans le premier exemple, des Bactéries fluorescentes. Le nombre important de germes qu'a cependant révélé l'emploi du milieu L. I. montre que, dans ce cas, ils peuvent constituer un indice de contamination.

Le second exemple nous confirme la présence des Bactéries fluorescentes dans presque toutes les eaux, même lorsqu'elles ne véhiculent qu'un nombre très faible d'autres germes microbiens.

RÉSULTATS PERSONNELS

Nous présentons ci-contre (Tableau IV) les résultats personnels obtenus par l'emploi du milieu synthétique L. I., dans la recherche qualitative et quantitative des Bacilles fluorescents. Comparativement, nous avons fait figurer les résultats de la numération des germes et ceux que nous a fournis la recherche du Colibacille.

Les numéros affectés aux analyses permettent de se reporter aux résultats généraux de l'analyse chimique, effectuée toujours concurremment aux recherches bactériologiques. Nous avons cependant indiqué, parallèlement et de façon très succincte, la qualité de ces eaux au point de vue chimique.

Ces résultats sont conformes aux deux exemples déjà cités. Ils nous montrent que les eaux de source étudiées, même les plus pures, renferment cependant toujours des Bacilles fluorescents. Néanmoins, nous ne les avons jamais trouvés en

TABLEAU IV

NUMÉROS des analyses	ANALYSE CHIMIQUE	EXAMEN BACTÉRIOLOGIQUE	BACILLES fluorescents
9	Eau d'assez bonne qualité	Numération : 146 colonies par cc. dont 42 colonies liquéfiantes. Recherche du Colibacille : négative.	Présence Au moins 1.000 germes par litre
11	Eau de médiocre qualité	Numération : 293 colonies par cc. dont 90 colonies liquéfiantes. Recherche du Colibacille : négative	Présence Au moins 1.000 germes par litre
13	Eau d'assez bonne qualité	Numération : 78 colonies par cc. dont 20 colonies liquéfiantes et 4 moisissures. <i>B. violaceus</i> Recherche du Colibacille : négative	Présence Au moins 1.000 germes par litre
15	Eau d'assez bonne qualité	Numération : 244 colonies par cc. dont 88 colonies liquéfiantes. Recherche du Colibacille : négative	Présence Au moins 2.000 germes par litre
18	Eau de médiocre qualité	Numération : 366 colonies par cc. dont 149 colonies liquéfiantes. <i>B. prodigiosus</i> Recherche du Colibacille : négative	Présence Au moins 2.000 germes par litre
23	Eau de bonne qualité	Numération : 145 colonies par cc. dont 56 colonies liquéfiantes. Recherche du Colibacille : négative	Présence Au moins 1.000 germes par litre
25	Eau d'assez bonne qualité	Numération : 340 colonies par cc. dont 153 colonies liquéfiantes. Recherche du Colibacille : négative	Présence Au moins 1.000 germes par litre

TABLEAU IV (suite).

NUMÉROS des analyses	ANALYSE CHIMIQUE	EXAMEN BACTÉRIOLOGIQUE	BACILLES fluorescents
28	Eau d'assez bonne qualité	Numération : 89 colonies par cc. dont 18 colonies liquéfiantes. Recherche du Colibacille : négative	Présence Au moins 2.000 germes par litre
28 bis (1)	Eau de bonne qualité	Numération : 41 colonies par cc. dont 12 colonies liquéfiantes. Recherche du Colibacille : négative	Présence Au moins 1.000 germes par litre
32	Eau de très bonne qualité	Numération : 21 colonies par cc. dont 10 colonies liquéfiantes. <i>B. violaceus</i> Recherche du Colibacille : négative	Présence Au moins 2 000 germes par litre
35	Eau de très bonne qualité	Numération : 45 colonies par cc. dont 10 colonies liquéfiantes.	Présence Au moins 1.000 germes par litre

(1) Cette analyse a été effectuée sur la même eau que celle du n° 28, mais après filtration (Asnée)

nombre tel que leur présence constitue un indice de pollution. Toutes les autres déterminations concordaient d'ailleurs pour confirmer cette opinion.

Nous obtenons donc, par la recherche des Bacilles fluorescents, des résultats analogues à ceux que fournit l'identification du Colibacille. En effet, si au lieu d'opérer sur 1 cc. ou 10 cc., on le recherche dans 50 cc. ou 100 cc. on constate que la plupart des eaux en renferment.

Ce fait justifie donc bien la nécessité d'une estimation quantitative.

Nous avons constaté la présence, dans plusieurs eaux examinées, de *B. violaceus*. Ce germe avait déjà été signalé, dans ces mêmes eaux, par MM. MACÉ, IMBEAUX et G. THIRY qui l'ont considéré comme un mauvais indice.

L'ayant isolé, par passages successifs sur pomme de terre, et cultivé en milieu synthétique, nous avons pu constater que le milieu L. I., de $\text{pH} = 6,1$, était, comparativement, de beaucoup le plus favorable à son développement.

Cette expérience confirme les résultats déjà exposés tendant à montrer le rôle électif que jouent les milieux synthétiques de réaction légèrement acide, pour la culture de certaines Bactéries chromogènes.

IDENTIFICATION DES BACILLES FLUORESCENTS

Lorsqu'on effectue la recherche quantitative des Bacilles fluorescents, il n'est pas nécessaire de dénombrer les espèces ; mais, contrairement à ce qu'on pourrait penser, les espèces douées du pouvoir fluorescigène étant extrêmement nombreuses dans la nature, il est devenu très difficile de désigner, même avec une faible approximation l'espèce fluorescente qu'on peut être amené à isoler.

GESSARD, dont le nom est si intimement lié à l'étude des Bacilles fluorescents et du Bacille pyocyanique, avait prié jadis M. LASSEUR d'établir des tableaux dichotomiques permettant d'instituer un rapprochement entre les différents germes fluorescigènes. Dans l'esprit de ces auteurs, ces tableaux ne doivent pas être considérés comme une classification des Bacilles fluorescents, mais bien comme des repères indiquant en gros la marche à suivre pour l'identification des germes. Un germe fluorescent une fois nommé, il reste entendu que cette identification devra être contrôlée, confirmée ou infirmée par l'ensemble des autres caractères du plastide bactérien.

Nous avons donc pensé qu'il serait intéressant pour le

TABLEAU V
BACILLES FLUORESCENTS LIQUÉFIANT LA GÉLATINE

Prenant le Gram	Spores	Mobiles	<i>B. termo</i> , DUJARDIN-VIGNAL; végétation comme <i>B. liquefaciens</i> , aérobic strict.
	Pas de Spores	Mobile non Pathogène	<i>B. fluorescens radiatus</i> , WEIGMANN et ZIRN; sur gélatine, colonies à radiations, colonies vertes fluorescentes.
	Immobile Pathogène (apin)		<i>B. ramificans</i> , PANSINI; colonies à radiations, fins filaments; pomme de terre; jaune verte.
			<i>B. smaragdino-fœtidus</i> , REIMANN; pousse à 37°, vert émeraude, odeur de jasmin.

Ph. LASSEUR.

TABLEAU VI
LIQUÉFIANT LA GÉLATINE (AÉROBIES OU ANAÉROBIES FACULTATIFS).

Ne prenant pas le Gram	Immobiles	<i>B. viridans</i> SYMMERS. Colonies rondes, centre vert clair, bacille de $1\mu-2\mu5 \times 0\mu6$. <i>B. butyri fluorescens</i> LAFAR. Fluorescence faible, colonies semblables au <i>B. subtilis</i>, sur gélose, pas de coloration; pomme de terre, rouge brun — $1\mu \times 0\mu,5$.	
	Spores	<i>B. fluorescens liquefaciens minutissimus</i> UNNA TOMMASOLI. Gélatine, gris jaunâtre, voile fluorescent, faible fluorescence, spores rondes $1\mu5$ à $2\mu \times 0\mu3$; colonies granuleuses. <i>B. fluorescens putidus colloides</i> TATAROFF. Spores rondes, gélatine d'un beau vert; colonies rondes ovales, jaune brun, granuleuses, concentriques; agar, glycérine, jaune vert fluorescent. <i>B. viridis</i> LESAGE (à considérer plutôt comme non liquéfiant : Voir tableau VII).	
	Mobiles	Nettement pathogène Pas de Spores Pas de pouvoir pathogène appréciable et constant	<i>B. rancida</i> ERNST. Bâtonnets analogues au typhique; sur agar, non fluorescent. Très pathogène pour la grenouille verte. <i>B. proteus fluorescens</i> JÄGER. Forme coccus ou bâtonnet. Colonies (liquéfaction lente ou rapide) forme typhique ou charbon, fluorescence verte. Pathogène (lapin, pigeon, souris). <i>B. leucæmiæ canis</i> LUCET. Pathogène pour le lapin (coloration verdâtre de la gélatine). <i>B. chromoaromaticus</i> GALTIER. Gélatine verte, gélatine grise, plus tard sombre; aérobie, croît peu dans canal d'inoculation; pathogène pour lapin. Bacille de DUCAMP et PLANCHON. Optimum 37° C., gélatine verte, gélose verte, pomme de terre jaune d'or, puis rougeâtre. Lait coagulé, pathogène pour lapin et oiseaux. <i>B. pyocyaneus</i> GESSARD. <i>B. chlororaphis</i> GUIGNARD et SAUVAGEAU. <i>B. hydrophilus fuscus</i> SANARELLI. Liquéfaction rapide, fluorescence bleue sur gélose glycinée. Pathogène pour lapin, cobaye, souris. Pousse à 37°. <i>B. fluorescens liquefaciens</i> FLÜGGE. Aérobie strict, $1\mu2$ à $1\mu3 \times 0\mu4$ à $0\mu6$, motilité vive, fouets aux pôles, souvent diplobacille. Colonies rondes sur gélatine, masse centrale foncée, zone périphérique claire, gélatine verte. Piqure cupule, puis liquéfaction rapide, verte à la partie supérieure. Coagulation très lente, partie centrale proéminente, liquéfaction lente, colonies vertes à bords découpés. <i>B. mesentericus fluorescens</i> TATAROFF. Faible motilité, diplobacille, cils polaires $2\mu5 \times 3\mu5$, ne coagule pas le lait, gélatine fluorescence bleu vert. <i>B. chlorophænus</i> MIGULA. Colonies forme choléra $1\mu5-3\mu \times 0\mu8$, 2 fouets au même pôle. <i>B. pseudogracilis</i> MIGULA. Colonies forme choléra $2\mu3-4\mu \times 1\mu$, 5 à 9 fouets à un pôle. <i>B. æruginosus</i> THUMM. Coagule le lait avec fluorescence. Colonies rondes, gélatine fluorescence intense. <i>B. oogenes hydrosulfureus</i> ZÖRKENDÖRFER $1\mu2 \times 0\mu5$. Jusqu'à 6 fouets à une extrémité. Sur gélatine, petites colonies rondes, blanches. Gélatine, verte, fluorescence bleue, agar vert clair, optimum 37° C. <i>B. oogenes fluorescens</i> ZÖRKENDÖRFER. $1\mu4 \times 0\mu5$. Colonies rondes brunâtres. Gélatine liquéfiée, jaune verte, fluorescence bleue. Gélose verte, optimum 25° C. <i>B. pellucidus</i> KERN. Mouvement d'oscillation et rotation, $1\mu4-1\mu5 \times 0\mu5$. Fouets à un pôle; cupule de liquéfaction au début blenâtre, puis fluorescence verte. Colonies rondes. Bouillon fluorescence verte. <i>B. melochlorosus</i> WINKLER. (Pathogène, 1/3 seringue PRAVAZ tue le lapin en 10 jours) $2\mu5$ à 2μ. Gélatine jaune verdâtre. Cupule de liquéfaction en entonnoir. Pomme de terre jaune rougeâtre. <i>B. graveolens</i> BORDONI. Gélatine verte. <i>B. fluorescens nivealis</i> SCHMELK. Gélatine verte. <i>Pseudo B. granulatus</i> KERN $1\mu1-1\mu3 \times 0\mu4-0\mu5$; 1 à 4 cils à un pôle. Colonies rondes, gélatine verte. Milieux fluorescence verte. <i>B. Le Monnier</i> LASSEUR.

Ph. LASSEUR.

lecteur de reproduire cette clef dichotomique qui, ainsi envisagée, nous paraît susceptible de rendre service.

Comme le montre aisément ce mode de présentation, tous les germes fluorescents, à quatre exceptions près, sont décolorés par la méthode de GRAM. Au point de vue de la coloration, il s'agit d'un groupe assez homogène. Les Bacilles fluorescents donnant des spores sont au nombre de neuf. En réalité, on a considéré comme spores des formations qui, sûrement, ne peuvent pas être homologuées aux formes de résistance de *B. subtilis*. C'est le cas des soi-disant spores décrites chez *B. fluorescens putidus*. Par contre, nul ne saurait mettre en doute les spores rouges de *B. erythrosporus*.

Il est regrettable que pour nombre de germes réunis dans ces tableaux — ce que nous fit remarquer M. le Professeur LASSEUR — nous ne possédions que des données imprécises. D'ailleurs, selon lui, plusieurs de ces formes bactériennes tomberaient en synonymie.

Nous rappellerons l'engouement avec lequel on a, en général, accueilli la fameuse classification américaine. Si nous devons être reconnaissants aux Américains de l'effort fourni, nous devons déplorer, de même, que la base de cette classification soit assez fragile pour permettre de placer côte à côte *B. cyaneofluorescens* et *B. megatherium*.

Il serait à souhaiter que, dans des revisions systématiques, on fasse appel à un grand nombre d'auteurs, spécialisés dans ces questions. En ce qui nous concerne, nous ne saurions admettre comme un dogme la classification proposée par le Comité des Bactériologistes américains.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX DE L'ÉTUDE BACTÉRIOLOGIQUE

I. — Nous avons procédé, à des époques différentes, à l'analyse bactériologique (numération des germes, recherche du Colibacille) des eaux de source dont nous proposons l'étude. Les résultats de ces recherches seront interprétés

concurrentement à ceux que nous a fournis l'analyse chimique.

A cette occasion, nous avons utilisé un procédé nouveau de dilution.

II. — Nous avons pratiqué en outre la recherche des Bactéries chromogènes et plus spécialement des Bacilles fluorescents des eaux.

a) En employant une méthode nouvelle (culture en milieu synthétique) nous avons pu constater la présence de ces germes dans toutes les eaux de source analysées, même les plus pures.

b) Nos essais nous ont permis de déterminer que le milieu L. I. électif, pour les Bacilles fluorescents de l'eau, était celui de $\text{PH} = 6,1$. Nous avons en même temps fixé les modalités de la technique.

c) L'emploi des milieux de culture classiques nous a donné des résultats confirmant les conceptions des autres auteurs déjà cités. La présence des Bacilles fluorescents dans l'eau ne saurait être utilisée comme test de contamination qu'à la condition de substituer la détermination quantitative à la recherche qualitative.

d) Dans ce cas, une eau ne pourra être suspectée que lorsque le nombre des Bactéries fluorescentes rencontrées sera pour le moins supérieur à dix mille germes par litre.

*Travaux effectués au Laboratoire de Microbiologie
de la Faculté de Pharmacie de Nancy.*

QUALITÉ DES EAUX DE SOURCE ÉTUDIÉES

L'origine géologique des nappes aquifères nous étant connue et puisque nous possédons les documents d'ordre chimique et bactériologique indispensables (1), il nous est à présent possible d'établir la qualité de l'eau des sources particulières ou des captations communales concourant à l'alimentation de la population nancéienne.

Nous indiquerons tout d'abord rapidement la qualité actuelle des eaux de source que la Ville a jugé nécessaire d'exclure de la distribution générale. Les indications que nous avons déjà fournies dans la première partie de ce travail peuvent d'ailleurs laisser présumer les motifs de cet abandon.

Les sources jadis captées par Nancy sur le territoire de Laxou, les drainages de Nabécor et les captations de la prairie du Reclus, fournissent des eaux, très superficielles comme on l'a vu, qui doivent, *a priori*, être tenues pour suspectes.

En effet, à Laxou, ces eaux sont recueillies dans des conditions particulièrement défavorables (surtout dans le cas de la source de Laval). Les drains, peu profonds, passent sous des habitations ou leurs dépendances et les bouges collecteurs sont situés sous la voie publique. Nous ne pourrions donc être surpris d'y rencontrer de notables quantités de matières organiques, des traces nettes d'azote ammoniacal ou nitreux et des dépôts d'origine plutôt douteuse. Une analyse bactériologique, effectuée en mai 1926 y dénombra plus de 5.000 germes par centimètre cube, en même temps qu'elle y révélait la présence de Bactéries de la putréfaction et de nombreux Colibacilles. On doit considérer l'eau de

(1) En plus des résultats de nos recherches personnelles, nous utiliserons, pour baser notre appréciation, les documents dont a bien voulu nous faire profiter M. le Professeur MACÉ et qu'il a recueillis depuis de longues années en assurant la surveillance bactériologique hebdomadaire des eaux de source de la Ville de Nancy.

cette source comme de mauvaise qualité, celle du bouge Chauvot demeurant douteuse.

Par contre le bouge Cuny, mieux situé, reçoit des eaux que nous jugeons acceptables. Elles ne renfermaient en avril 1926 que 93 germes par centimètre cube, sans Colibacille et l'analyse chimique leur est favorable.

La présence de chlorurés et de nitrates, en proportion relativement importante dans les eaux que collectent les bouges de Nabécor, nous montre qu'éventuellement elles peuvent subir les contaminations que l'examen bactériologique y a déjà révélées. Elles sont cependant susceptibles d'amélioration puisqu'une analyse assez récente nous indique qu'elle ne contenaient alors, que 188 germes par centimètre cube non accompagnés de Colibacille.

Enfin, les eaux captées dans la prairie du Reclus ne peuvent être considérées comme plus sûres, car les drains traversent des terres cultivées où le dépôt d'engrais peut expliquer le nombre important de germes que nous y avons rencontré.

L'étude des sources particulières, en nous permettant de constater que quelques-unes d'entre elles étaient de bonne qualité, nous a montré en même temps qu'elles présentaient, toutes, les caractères plus ou moins accusés d'eaux superficielles. Assez riches parfois en azote nitrique et en chlorures, nous n'avons pu cependant les suspecter qu'à la suite de l'examen bactériologique.

Nous estimerons donc que les eaux alimentant la propriété Kind, bien qu'un peu séléniteuses sont de parfaite potabilité. Nos essais chimiques, dont la bactériologie a confirmé les résultats ne nous ont pas révélé la présence d'éléments anormaux.

Par contre celles coulant dans la propriété Perrin ne doivent plus être, à notre avis, utilisées pour l'alimentation. Indépendamment d'une minéralisation trop élevée, elles sont de médiocre valeur au point de vue bactériologique, ce qu'avaient déjà montré de précédents essais.

Les sources que nous avons examinées à Santifontaine, contrairement à la réputation dont elles ont longtemps joui,

doivent être regardées comme suspectes. Elles se troublent facilement à la suite de pluies et plusieurs analyses, antérieures à nos recherches, les ont reconnues franchement douteuses.

L'Institution Saint-Paul (Jeunes Aveugles) possède une eau d'alimentation que nos premiers essais, effectués en période de sécheresse (octobre 1926) pouvaient faire considérer comme légèrement suspecte. Néanmoins, quelques mois après (juin 1927), elle nous apparut moins riche en azote nitrique et surtout en germes microbiens.

Pour cette source, dont les eaux traversent des calcaires assez fissurés et pour celles dont nous venons de parler, qui circulent sous des terrains habités, il arrive qu'elles puissent être de bonne qualité, à de certaines époques. Cependant nous estimons qu'elles devraient faire l'objet d'une surveillance fréquente si on veut continuer en toute sécurité de les employer pour la boisson.

Des deux captations du Bon-Coin et de Brichambeau, la première seule fournit actuellement une eau d'assez bonne qualité. Peu sensible aux variations saisonnières, sa composition chimique n'en laisse pas moins à désirer.

Au contraire, nous estimons que le produit des drainages de Brichambeau ne peut inspirer qu'une très médiocre confiance. La quantité et la qualité des germes que renferment ces eaux est très variable, leur minéralisation est nettement exagérée. Toutes les recherches antérieures qui, à diverses époques, les trouvèrent suspectes doivent être considérées comme confirmées.

Dans les terres de la Malgrange sont recueillies des eaux particulièrement estimées. Néanmoins ce sont toujours des eaux de surface auxquelles s'appliquent nos remarques précédentes.

Les eaux de source de la Teulotte nous ont paru d'excellente qualité et nous formulerons de semblables conclusions pour le produit de la captation du Montet-Vandœuvre (bouge Neuf.). Nos divers essais ne nous ont pas révélé de contamination. Ces eaux ne furent d'ailleurs jamais sus-

pectées, sauf lorsqu'on les mélangeait à celles recueillies dans la prairie du Reclus, ce qui actuellement n'a plus lieu.

S'il pouvait paraître intéressant d'apprécier la salubrité des eaux de source que, à des titres divers, nous venons d'étudier, il n'en demeure pas moins que les résultats de notre enquête relatifs aux eaux de l'Asnée, de Boudonville et de la forêt de Haye présentent à nos yeux le plus d'importance. Ce sont en effet ces dernières que consomment habituellement nos concitoyens.

Les sources de l'Asnée fournissent, comme nous l'avons déjà indiqué, des eaux relativement superficielles et qui en possèdent dès lors tous les inconvénients. Ce n'est pas qu'elles renferment un nombre excessif de Bactéries, mais le fait qu'elles prennent naissance à la base de masses calcaires fissurées, à proximité d'une agglomération, y détermine parfois la présence de germes dangereux. Heureusement le système filtrant qui épure ces eaux avant leur distribution en ville, élimine toujours les Colibacilles pouvant exister dans l'eau brute et diminue dans de fortes proportions le nombre des autres germes.

L'eau d'Asnée filtrée est donc, en temps ordinaire, de qualité équivalente à celle du produit des deux autres captations.

Il résulte de très nombreuses analyses que les eaux recueillies dans la mine de Boudonville ont toujours été de bonne qualité. Elles ne renferment en moyenne qu'environ 50 germes par centimètre cube. Leur composition chimique, excellente, est stable. Il en est de même des eaux souterraines de la forêt de Haye dans lesquelles on ne rencontre, le plus souvent, qu'environ 40 germes par centimètre cube. Nous ne tenons certes pas compte de quelques crues microbiennes banales, toujours d'origine végétale, peu fréquentes et de courte durée qui ne peuvent nullement influencer la salubrité des eaux envisagées.

La recherche des Bactéries fluorescentes, identifiées dans les eaux pourtant très pures de ces captations n'a révélé qu'un nombre minime de germes, ne permettant jamais d'infirmer les conclusions que comporte l'étude de la majorité des analyses.

APERÇU COMPARATIF DE L'ALIMENTATION EN EAUX POTABLES DANS QUELQUES AUTRES VILLES

Lorsqu'il fallut, à la fin du siècle dernier, résoudre à Nancy la délicate question de l'adduction d'eaux potables, deux solutions pouvaient être envisagées.

Ou bien on pouvait utiliser l'eau de Moselle, en lui faisant subir par un des procédés bien connus (emploi du chlore gazeux, des hypochlorites, de l'ozone, des rayons ultra-violet, etc...) une purification s'ajoutant à la filtration préliminaire. On eut conservé ainsi une distribution d'eau unique, convenant aussi bien pour l'alimentation que pour les usages domestiques, industriels et autres.

Ou bien il était possible d'utiliser les nappes aquifères abondantes existant aux environs immédiats de la ville et susceptibles de fournir une eau très pure, destinée uniquement à la consommation.

En adoptant cette solution, notre ville s'est placée dans une situation particulièrement favorisée. Si tous les avantages escomptés des projets primitifs ne se sont pas entièrement réalisés et si des quartiers se sont développés, dont à l'époque il eut peut-être été difficile de prévoir l'actuelle extension, il n'en demeure pas moins que l'eau distribuée est d'excellente qualité et ne nécessite, en majeure partie, aucune purification préalable. La pénurie qui se manifeste parfois ne peut être que temporaire, vu la réalisation prochaine des projets déjà étudiés.

A l'évocation des difficultés d'ordres divers que pourrait rencontrer leur exécution, on a pu songer de nouveau à une épuration des eaux de la Moselle. Sans doute, les résultats assez séduisants obtenus par l'application à Reims, en 1924, et depuis à Carcassonne, Monte-Carlo, les Sables-d'Olonnes, des méthodes de M. Ph. BUNAU-VARILLA paraissent militer en faveur d'une solution qu'on donne pour satisfaisante et par surcroît économique. Mais on oublie trop peut-être que

Noms des Villes	Population	Distribu- tion d'eau	Origine de l'eau potable	Purification préalable et procédé employé
Valenciennes	40.000	Unique	Sources et forages	Javellisation
Caen	54.526	Unique	Sources	»
Besançon.....	58.525	Unique	Sources	Javellisation
Troyes.....	60.000	Unique	Sources	Javellisation
Orléans.....	72.000	Unique	Puits foré	»
Metz.....	80.000	Unique	Sources et Nappes souterraines	»
Montpellier..	82.000	Unique	Source (résurgence)	Chlore liquide
Rennes.....	83.418	Unique	Sources	»
Dijon.....	83.815	Double	Sources	Javellisation
Grenoble.....	86.000	Unique	Nappe phréatique	»
Angers.....	86.000	Unique	La Loire	Galérie filtrante
Amiens.....	90.629	Unique	Sources	»
Limoges.....	98.000	Unique	Drainages et barrage réservoir	»
Nancy.....	104.947	Double	Sources	» (1)
Rouen.....	124.000	Double	Sources	Javellisation
Le Havre....	160.000	Unique	Sources	»
Nantes.....	180.000	Unique	La Loire	Filtres à sable
Saint-Etienne	197.000	Unique	Le Lignon et le Furens	»
Nice.....	199.954	Unique	Sources et Rivière	Filtres et ozone
Lille.....	200.000	Double	Sources	Javellisation
Roubaix — Tourcoing.	200.000	Double	Forages	■
Bordeaux	256.026	Unique	Sources	»
Lyon.....	570.840	Unique	Le Rhône	Puits et galeries filtrantes

(1) Nous ne considérons que les captations de Haye et de Boudonville, de beaucoup les plus importantes.

la fraîcheur est une des premières qualités qu'on exige, en été, des eaux de boisson. Celles dont nous jouissons la possèdent et il nous semble difficile qu'on puisse l'obtenir avec une eau de Moselle dont la température dépasse souvent 20° à cette saison.

L'enquête à laquelle nous avons procédé tendant à établir comment avait été résolue la question de l'eau potable dans quelques autres villes, confirme ce que nous avons dit de la situation privilégiée que s'est acquise Nancy. Le tableau ci-contre en résume les résultats.

Comme on peut le constater, la majorité des villes considérées a réalisé une distribution d'eau unique. Six d'entre elles, Angers, Limoges, Nantes, Saint-Étienne, Nice et Lyon utilisent l'eau du fleuve ou de la rivière voisine après filtration ou épuration chimique. Dijon, Rouen, Lille et Roubaix—Tourcoing jouissent, comme Nancy, d'une double distribution, mais trois de ces villes doivent procéder à la javellisation préalable des eaux de source livrées à la consommation.

La comparaison est donc tout à l'avantage de notre ville; d'ailleurs, une récente étude (1) de M. le D^r IMBEAUX n'a-t-elle pas montré que Nancy, dont la mortalité typhique atteint le chiffre très bas de 3,5 pour 100.000 habitants (2), recueille dès maintenant le fruit des sacrifices qu'elle a su consentir ?

(1) D^r IMBEAUX (Ed). Influence de l'amélioration de la qualité de l'eau distribuée pour la prophylaxie des maladies d'origine hydrique. *Le mouvement sanitaire*, 1926 p. 392.

(2) Période de 1919 à 1921 inclus.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Le présent travail, aux trois points de vue envisagés nous a conduit aux résultats suivants :

I. — Dès le début du xvii^e siècle, Nancy possédait une distribution d'eau de source relativement importante pour l'époque, établie principalement sous forme de concessions particulières.

II. — Grâce aux efforts accomplis, spécialement depuis les trente dernières années, et par la réalisation prochaine d'importants projets, Nancy peut légitimement espérer qu'elle possèdera sous peu les eaux de source abondantes qui lui sont indispensables.

III. — L'étude de la composition chimique de ces eaux, effectuée à des saisons différentes, nous a permis d'établir que :

a) Les captations alimentées par la nappe infrabajocienne (Boudonville et forêt de Haye) fournissent une eau de minéralisation excellente et stable;

b) Les eaux des sources de l'Asnée, ainsi que celles des sources particulières ou de l'ancienne distribution, présentent les inconvénients des eaux de surface;

c) Les variations saisonnières prévues demeurent, dans de nombreux cas, peu importantes.

Une méthode nouvelle a été appliquée pour le dosage rapide des phosphates dans les eaux de source.

IV. — Au cours de l'examen bactériologique corrélatif :

a) Nous avons introduit une modification dans la technique des dilutions, ce qui accroît la précision des résultats ;

b) L'emploi d'un milieu synthétique nous a permis la mise en évidence des bactéries fluorescentes dans toutes les eaux analysées, même les plus pures.

c) Nous avons déterminé les modalités d'une technique permettant la recherche rapide qualitative et quantitative de ces germes, considérés comme tests de contamination.

V. — Par l'interprétation des documents d'ordre chimique et bactériologique recueillis, il nous a été possible de déterminer la qualité des eaux de source actuellement consommées à Nancy.

Au contraire des anciennes captations ou des sources particulières qui, à part quelques exceptions, débitent une eau souvent suspecte, nécessitant en tout cas une protection et une surveillance constantes, les eaux de source de la distribution actuelle demeurent d'excellente qualité.

VI. — On ne peut leur reprocher qu'un débit parfois insuffisant. Nous souhaitons vivement que cet inconvénient, dont les conséquences pourraient être parfois dangereuses dans le cas des eaux de l'Asnée, disparaisse prochainement par l'adduction des nouvelles eaux de la forêt de Haye.

VII. — Malgré cela, on ne doit pas oublier l'immense avantage que présente pour Nancy la possession d'eaux de source captées à proximité, ne nécessitant aucune purification préalable, et d'une fraîcheur que ne saurait posséder l'eau de Moselle même purifiée méthodiquement.

VU ET BON A IMPRIMER :

Nancy, le 5 octobre 1927.

Le Doyen de la Faculté de Pharmacie,
L. BRUNTZ.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Nancy, le 5 octobre 1927.

Le Recteur de l'Académie,
CH. ADAM.
Membre de l'Institut.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
AVANT-PROPOS	V
INTRODUCTION	IX

PREMIÈRE PARTIE

Considérations géologiques. Nappes aquifères	I
Historique de l'adduction d'eaux de source à Nancy des origines à la fin du XVIII ^e siècle.	14
Une source minérale ferrugineuse à Nancy au XVII ^e siècle.	28
Les sources communales au XIX ^e siècle. Sources particulières .	38
Alimentation actuelle de Nancy en eaux de source.	54

DEUXIÈME PARTIE

Importance de l'analyse chimique. Influence des éléments caractérisés et technique opératoire.....	73
Composition chimique des eaux de source.	94
Discussion des résultats.	105

TROISIÈME PARTIE

Etude bactériologique corrélative. Numération des colonies. .	109
Examen critique de quelques tests de contamination des eaux potables.....	113
Emploi des milieux dits « synthétiques » pour la recherche qualitative et quantitative des Bactéries chromogènes et particulièrement des Bactéries fluorescentes	120
Qualité des eaux de source étudiées	143
Aperçu comparatif de l'alimentation en eaux potables dans quelques autres villes.....	147
CONCLUSIONS GÉNÉRALES.....	151

